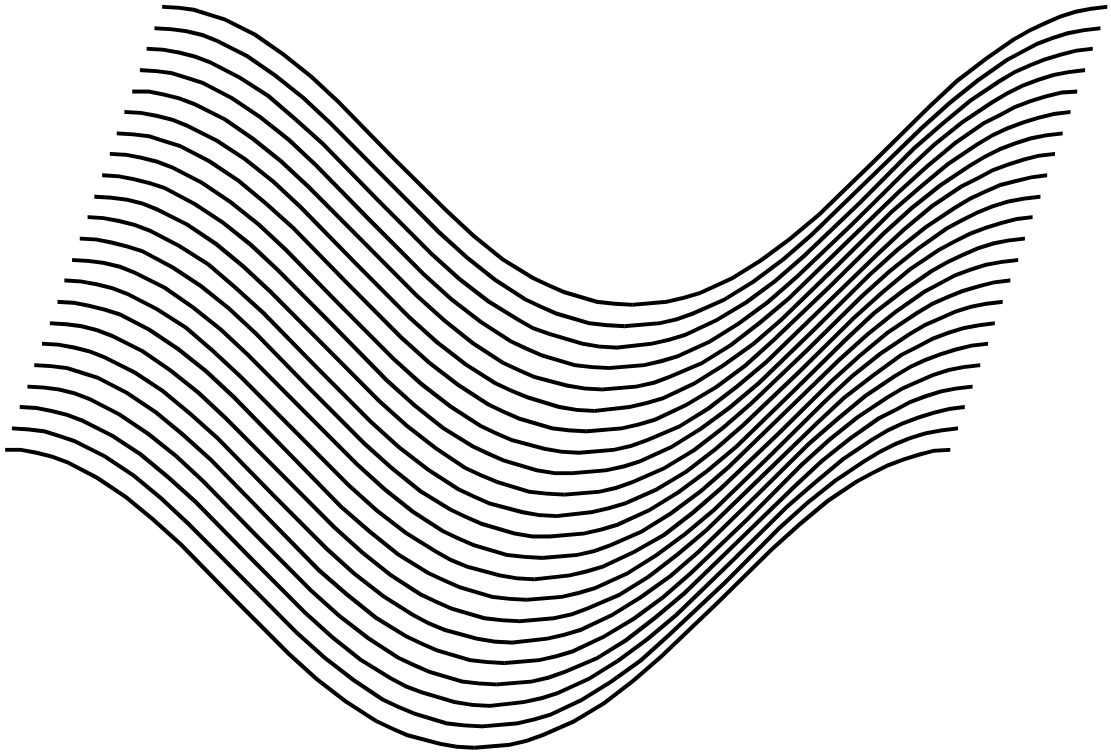


COSINUS®

Computermesstechnik

Dt. Bedienungsanleitung:

ESCORT 3145A / 3146A
5 1/2 Digit Dual-Display Multimeter

COSINUS
Computermesstechnik GmbH
Lise-Meitner-Str. 6
D-85521 Ottobrunn
Tel.: +49 (089) 66 55 94 – 0
Fax: +49 (089) 66 55 94 – 30
E-Mail : info@cosinus.de
Internet : www.cosinus.de

BUREAU VERITAS
Certification

Zertifikat

für

Cosinus Computer Meßtechnik GmbH

Fasanenstraße 68

D-82008 Unterhaching

Bureau Veritas Certification bestätigt, dass das Management-System der oben genannten Organisation beurteilt wurde und die in den folgenden Normen und Regelwerken festgelegten Anforderungen erfüllt.

Normen/Regelwerke

DIN EN ISO 9001:2000

Anwendungsbereich

VERTRIEB VON MESSMITTELN FÜR PHYSIKALISCHE UND ELEKTRISCHE MESSGRÖßEN

Datum der Erstzertifizierung: 15.04.1999

Während der Gültigkeitsdauer dieses Zertifikates müssen die Anforderungen der Normen/Regelwerke kontinuierlich erfüllt werden, was durch regelmäßige Überwachung durch Bureau Veritas Certification sichergestellt wird.

Zertifizierungsdatum: 10.04.2007 Gültig bis: 30.03.2010

Über die Gültigkeit dieses Zertifikates wird Bureau Veritas Certification auf Anfrage jederzeit Auskunft geben. Weitere Auskünfte über das Managementsystem und den Anwendungsbereich sind über die Organisation selbst zu bekommen.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR

Datum: 16.04.2007

Zertifikatsnummer: **DE7000190**

Bureau Veritas Certification Germany GmbH
Veritaskai 1 · D-21079 Hamburg



INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG 1-12
1.1 SICHERHEITSHINWEISE 1-12
1.2 FUNKTIONEN 1-15
1.3 OPTIONEN UND ZUBEHÖR 1-16
1.4 VERWENDUNG DES HANDBUCHS 1-17
2 EINSTIEG 2-19
2.1 EINLEITUNG 2-19
2.2 VORBEREITUNGEN 2-19
2.3 EINSCHALTEN DES GERÄTS 2-23
2.4 AUSWAHL DER STROMEINGANGSBUCHSEN UND DES MESSBEREICHS 2-23
2.5 VERWENDUNG DER FUNKTIONSTASTEN 2-23
2.6 EINFACHE MESSBEISPIELE 2-24
2.6.1 Spannungs-, Widerstands- und Frequenz-Messung 2-25
2.6.2 Strom-Messungen 2-25
2.6.3 Dioden- und Durchgangsprüfung 2-27
2.7 SCHALTSCHRANK-MONTAGE 2-29
3 BEDIENUNG UND FUNKTIONEN 3-30
3.1 EINLEITUNG 3-30
3.2 FUNKTIONEN DER FRONTSEITE 3-30
3.3 PRIMÄR- UND SEKUNDÄRANZEIGE 3-30
3.4 EINGANGSBUCHSEN 3-33
3.5 INITIALISIERUNG DER MESSUNGEN 3-34
3.6 AUSWAHL EINER MESSFUNKTION 3-35
3.6.1 Hz 3-36
3.6.2 Funktion 3-36
3.6.3 Hz 3-36
3.7 AUSWAHL DES MESSBEREICHS (Auto < , △ , UND ▽) 3-37
3.7.1 Automatische Bereichswahl 3-37
3.7.2 Manuelle Bereichswahl 3-38
3.7.3 Auswahl eines Messbereichs 3-38
3.8 AUSWAHL DER MESSRATE 3-38
3.9 AUSWAHL DER SEKUNDÄRANZEIGE 3-39
3.10 SETUP-MODUS 3-40
3.11 AUSWAHL DER BEDIENUNG AM GERÄT 3-42
3.12 ARITHMETISCHE FUNKTIONEN 3-42
3.12.1 Verwendung der dBm Funktion 3-42

3.12.2 Dynamische Aufzeichnung mit MIN/MAX ... 3-44
3.12.3 Anzeige-Speicher (HOLD) ... 3-45
3.12.4 Relativ-Modus REL ... 3-46
3.12.5 Verwendung der Vergleichsfunktion COMP ... 3-47
3.13 KOMBINATION DER ARITHMETISCHEN FUNKTIONEN ... 3-49
3.14 KALIBRATIONS-MODUS ... 3-50
4 BEISPIELE FÜR MESSAUFGABEN ... 4-51
4.1 EINLEITUNG ... 4-51
4.2 ANWENDUNGEN FÜR DIE DUAL-ANZEIGE ... 4-51
4.2.1 Beispiele für die Anwendung der Dual-Anzeige ... 4-51
4.2.1.1 Messung V_{DC} und V_{AC}-Rauschen eines Gleichrichters ... 4-52
4.2.1.2 Messung von A_{AC} und A_{DC} eines Gleichrichters ... 4-53
4.2.1.3 Messung von V_{AC} und Frequenz in einem Wechselstromkreis ... 4-54
4.2.1.4 Messung von V_{DC} und A_{DC} in einem Transistorkreis oder –last ... 4-55
4.2.1.5 Widerstandsmessung mit der 2-Leiter-Methode ... 4-56
4.2.1.6 Widerstandsmessung mit der 4-Leiter-Methode ... 4-57
4.2.1.7 Messung von True RMS AC+DC ... 4-58
5 KALIBRIERUNG DES MESSGERÄTS ... 5-59
5.1 EINLEITUNG ... 5-59
5.2 UMGEBUNGSBEDINGUNGEN ... 5-59
5.3 AUFWÄRMEN ... 5-59
5.4 EMPFOHLENE TESTGERÄTE ... 5-59
6 RS-232 REMOTE OPERATION ... 6-61
6.1 INTRODUCTION ... 6-61
6.2 RS-232 INTERFACE OVERVIEW ... 6-61
6.3 RS-232 INTERFACE PARAMETERS SET UP ... 6-61
6.4 USING COMMANDS ... 6-63
6.4.1 Types of Commands ... 6-63
6.4.2 Key Commands ... 6-63
6.4.3 Set Commands ... 6-63
6.4.4 Query Commands ... 6-64
6.4.5 Command Syntax ... 6-64
6.4.5.1 Echo ... 6-64
6.4.5.2 Terminator ... 6-64
6.4.6 Prompts ... 6-64
6.4.7 Return result ... 6-65
6.5 INSTRUCTIONS OF COMMAND SETS ... 6-65
6.5.1 Key Commands ... 6-65
6.5.2 Set Commands ... 6-66

6.5.2.1 S1 command 6-66
6.5.2.2 S2 command 6-67
6.5.3 Query Commands 6-71
6.5.3.1 R0 command 6-71
6.5.3.2 R1 command 6-75
6.5.3.3 R2 command 6-75
6.5.3.4 RALL command 6-75
6.5.3.5 RST command 6-75
6.5.3.6 RV command 6-76
6.6 BEISPIELPRGRAMME FERNSTEUERUNG ÜBER RS-232 6-77
6.7 VERWENDUNG VON QUICK BASIC 6-77
6.8 VERWENDUNG VON TURBO C 6-79
7 GPIB REMOTE OPERATION (OPTION) 7-83
7.1 INTRODUCTION 7-83
7.2 DESCRIPTION OF THE GPIB 7-83
7.3 GPIB INTERFACE PARAMETERS SET UP 7-83
7.4 7-4 COMMANDS SUMMARY 7-84
7.4.1 Overview of Command Type and Formats 7-84
7.4.2 Common Command Format 7-84
7.4.3 SCPI Command Format and Query Format 7-84
7.4.4 Response Message Data Types 7-85
7.4.5 Status Reporting 7-86
7.4.6 Status Byte Register (STB) 7-86
7.4.7 Service Request Enable Register (SRE) 7-86
7.4.8 Standard Event Status Register (ESR) 7-87
7.4.9 Standard Event Status Enable Register (ESE) 7-87
7.5 INSTRUCTIONS OF COMMAND SETS 7-89
7.5.1 IEEE 488.2 Common Commands 7-89
7.5.2 7-5-2 SCPI Commands 7-90
7.5.3 CALCulate 7-100
7.6 REMOTE PROGRAM EXAMPLES USING GPIB INTERFACE 7-101
7.6.1 Example Using Quick BASIC 7-101
8 SPEZIFIKATIONEN 3145A 8-108
8.1 EINLEITUNG 8-108
8.2 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN 8-108
8.2.1 Anzeigeumfang und Abtastraten 8-108
8.2.1.1 Anzeigeumfang Full-Scale 8-108
8.2.1.2 Abtastrate nur Primäranzeige (ungefähre Anzahl Messungen pro Sekunde) 8-108
8.2.1.3 Abtastrate Doppelanzeige (ungefähre Anzahl Messungen/s) 8-109

8.2.2 Gleichspannung DC V 8-110
8.2.2.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-110
8.2.2.2 Rauschunterdrückung 8-110
8.2.3 Wechselspannung AC V (True RMS, AC-Kopplung) 8-111
8.2.3.1 Auflösung und Anzeigeumfang 8-111
8.2.4 Bereich 8-111
8.2.4.1 Genauigkeit 8-111
8.2.5 Wechselspannung AC V (True RMS, AC+DC Modus 8-112
8.2.5.1 Auflösung und Anzeigeumfang 8-112
8.2.5.2 Genauigkeit 8-112
8.2.6 Gleichstrom DC A 8-113
8.2.6.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-113
8.2.7 Wechselstrom AC A (True RMS, AC-Kopplung) 8-114
8.2.7.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 8-114
8.2.7.2 Genauigkeit 8-114
8.2.8 Wechselstrom AC (True RMS, AC+DC-Kopplung) 8-115
8.2.8.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 8-115
8.2.8.2 Genauigkeit 8-115
8.2.9 Widerstand (2- und 4-Leiter Ω) 8-116
8.2.9.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-116
8.2.10 Dioden- / Durchgangstest 8-117
8.2.10.1 Auflösung und Anzeigeumfang 8-117
8.2.11 Widerstand/Durchgang (2-Leiter) 8-117
8.2.11.1 Auflösung und Anzeigeumfang 8-117
8.2.12 Frequenz 8-118
8.2.12.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-118
8.2.13 dBm (Dezibel-Berechnung) 8-118
8.2.13.1 Referenz-Impedanz 8-118
8.2.14 Messbereich und Genauigkeit 8-119
8.3 ALLGEMEINE SPEZIFIKATIONEN 8-119
9 SPEZIFIKATIONEN 3146A 9-121
9.1 EINLEITUNG 9-121
9.2 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN 9-121
9.2.1 Anzeigeumfang und Abtastraten 9-121
9.2.1.1 Anzeigeumfang Full-Scale 9-121
9.2.1.2 Abtastrate nur Primäranzeige (ungefähre Anzahl Messungen pro Sekunde) 9-121
9.2.1.3 Abtastrate Doppelanzeige (ungefähre Anzahl Messungen/s) 9-122
9.2.2 Gleichspannung DC V 9-123
9.2.2.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-123
9.2.2.2 Rauschunterdrückung 9-123

9.2.3 Wechselspannung AC V (True RMS, AC-Kopplung) 9-124
9.2.3.1 Auflösung und Anzeigeumfang 9-124
9.2.4 Bereich 9-124
9.2.4.1 Genauigkeit 9-124
9.2.5 Wechselspannung AC V (True RMS, AC+DC Modus 9-125
9.2.5.1 Auflösung und Anzeigeumfang 9-125
9.2.5.2 Genauigkeit 9-125
9.2.6 Gleichstrom DC A 9-126
9.2.6.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-126
9.2.7 Wechselstrom AC A (True RMS, AC-Kopplung) 9-127
9.2.7.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 9-127
9.2.7.2 Genauigkeit 9-127
9.2.8 Wechselstrom AC (True MS, AC+DC-Kopplung) 9-128
9.2.8.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 9-128
9.2.8.2 Genauigkeit 9-128
9.2.9 Widerstand (2- und 4-Leiter Ω) 9-129
9.2.9.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-129
9.2.10 Dioden- / Durchgangstest 9-130
9.2.10.1 Auflösung und Anzeigeumfang 9-130
9.2.11 Widerstand/Durchgang (2-Leiter) 9-130
9.2.11.1 Auflösung und Anzeigeumfang 9-130
9.2.12 Frequenz 9-131
9.2.12.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-131
9.2.13 dBm (Dezibel-Berechnung) 9-131
9.2.13.1 Referenz-Impedanz 9-131
9.2.14 Messbereich und Genauigkeit 9-132
9.3 ALLGEMEINE SPEZIFIKATIONEN 9-132
10 WARTUNG 10-134
10.1 EINLEITUNG 10-134
10.2 REINIGUNG DES GERÄTS 10-134
10.3 EINSTELLEN DER VERSORGUNGSSPANNUNG 10-134
10.4 ZUBEHÖR UND ERSATZTEILE 10-135

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Vorderseite 2-19
Abb. 2: Rückseite 2-20
Abb. 3: Anordnung der Geräte 2-21

Abb. 4: Einstellung des Tragegriffs 2-22
Abb. 5: Tastatur 2-24
Abb. 6: Spannungs-, Widerstands- und Frequenz-Messung 2-26
Abb. 7: Strom- und Frequenz-Messung 2-26
Abb. 8: Dioden- / Durchgangsprüfung 2-28
Abb. 9: 2-Leiter Ω / Durchgangsprüfung 2-28
Abb. 10: Montage in einem 19"-Schaltschrank 2-29
Abb. 11: Dualanzeige 3-32
Abb. 12: Eingangsbuchsen 3-33
Abb. 13: Tasten der Frontseite 3-35
Abb. 14: RS-232 connecting diagrams between the meter and a PC 6-62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Funktionstasten 2-24
Tabelle 2: Maximale Eingangssignale 3-34
Tabelle 3: Vorgabemessfunktion beim Einschalten 3-34
Tabelle 4: Messbereiche - Langsame Messung 3-36
Tabelle 5: Messbereiche - Langsame Messung 3-36
Tabelle 6: Messrate für Einzelmessungen 3-39
Tabelle 7: Möglichkeiten der Dual-Anzeige 3-40
Tabelle 8: Beschreibung des Setup-Menüs 3-41
Tabelle 9: Kommunikations-Parameter 3-41
Tabelle 10: Kombinierte arithmetische Funktionen 3-50
Tabelle 11: Typische Anwendungen der Dual-Anzeige 4-51
Tabelle 12: Standard-Instrumente für die Kalibrierung 5-60
Tabelle 13: RS-232 Interface Parameters 6-62
Tabelle 14: RS-232 Return Prompts 6-65
Tabelle 15: Descriptions for Key Commands 6-66
Tabelle 16: Descriptions for S1 Command 6-67
Tabelle 17: Descriptions for S2 Command 6-68
Tabelle 18: S1, S2 Commands and <f>, <r>, <x> Parameters 6-69
Tabelle 19: Descriptions for SH Command 6-69
Tabelle 20: Descriptions for SL Command 6-70
Tabelle 21: Descriptions for SR Command 6-70
Tabelle 22: Descriptions for SO Command 6-71
Tabelle 23: Descriptions for R0 Command and Response 6-72
Tabelle 24: Descriptions for R0 Command and Response (cont'd) 6-73

Tabelle 25: <f1><r1> and <f2><r2> Response for R0 Command 6-75
Tabelle 26: GPIB Interface Parameters 7-84
Tabelle 27: Response Message Data Types 7-85
Tabelle 28: Some SCPI Symbol Conventions 7-90
Tabelle 29: Return values of measurement range 7-96
Tabelle 30: SCPI Error Message 7-99
Tabelle 31: SCPI Command Summary 7-100
Tabelle 32: Anzeigeumfang 8-108
Tabelle 33: Abtastrate nur Primäranzeige 8-109
Tabelle 34: Abtastrate Doppelanzeige 8-109
Tabelle 35: V_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-110
Tabelle 36: Rauschunterdrückung 8-110
Tabelle 37: V_{AC} - Auflösung und Anzeigeumfang 8-111
Tabelle 38: V_{AC} - Genauigkeit 8-111
Tabelle 39: V_{AC+DC} - Auflösung und Anzeigeumfang 8-112
Tabelle 40: V_{AC+DC} - Genauigkeit 8-112
Tabelle 41: A_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-113
Tabelle 42: A_{AC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 8-114
Tabelle 43: A_{AC} - Genauigkeit 8-114
Tabelle 44: A_{AC+DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 8-115
Tabelle 45: A_{AC+DC} - Genauigkeit 8-115
Tabelle 46: Widerstand - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-116
Tabelle 47: Dioden/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang 8-117
Tabelle 48: Widerstand/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang 8-117
Tabelle 49: Frequenz – Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 8-118
Tabelle 50: dBm – Referenz-Impedanz 8-118
Tabelle 51: dBm – Messbereich und Genauigkeit 8-119
Tabelle 52: Allgemeine Spezifikationen 8-120
Tabelle 53: Anzeigeumfang 9-121
Tabelle 54: Abtastrate nur Primäranzeige 9-122
Tabelle 55: Abtastrate Doppelanzeige 9-122
Tabelle 56: V_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-123
Tabelle 57: Rauschunterdrückung 9-123
Tabelle 58: V_{AC} - Auflösung und Anzeigeumfang 9-124
Tabelle 59: V_{AC} - Genauigkeit 9-124
Tabelle 60: V_{AC+DC} - Auflösung und Anzeigeumfang 9-125
Tabelle 61: V_{AC+DC} - Genauigkeit 9-125
Tabelle 62: A_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-126

Tabelle 63: A_{AC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 9-127
Tabelle 64: A_{AC} - Genauigkeit 9-127
Tabelle 65: A_{AC+DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung 9-128
Tabelle 66: A_{AC+DC} - Genauigkeit 9-128
Tabelle 67: Widerstand - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-129
Tabelle 68: Dioden/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang 9-130
Tabelle 69: Widerstand/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang 9-130
Tabelle 70: Frequenz – Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit 9-131
Tabelle 71: dBm – Referenz-Impedanz 9-131
Tabelle 72: dBm – Messbereich und Genauigkeit 9-132
Tabelle 73: Allgemeine Spezifikationen 9-133
Tabelle 74: Standard Zubehör 10-135
Tabelle 75: Optionales Zubehör 10-135
Tabelle 76: Länderspezifische Netzkabel 10-136

1 Einleitung

Vielen Dank für den Kauf des 5 1/2 Digit Dual-Display Multimeter 3145A/3146A. Bitte nehmen Sie sich einige Minuten Zeit, sich mit den im folgenden Kapitel beschriebenen Sicherheitshinweisen vertraut zu machen damit ein sicherer Umgang und Betrieb mit dem Gerät gewährleistet ist.

Die Dual-Display Multimeter 3145A und 3146A (im Weiteren auch einfach als Multimeter bezeichnet) sind 5 1/2-stellige digitale Multimeter mit einem Anzeigeumfang von 120'000. Beide Geräte sind sowohl als Tischgeräte als auch im Außeneinsatz verwendbar und bieten ein exzellentes Preis/Leistungsverhältnis. Die kompletten Spezifikationen sind im *Kapitel 8* auf *Seite 8-108* aufgeführt.

Mit Hilfe der standardmäßigen RS-232 Schnittstelle sind die Multimeter komplett programmier- und extern steuerbar.

Optional ist eine IEEE-488 Schnittstelle verfügbar, über ebenfalls eine komplette Steuerung möglich ist. Die Schnittstelle folgt den Standards IEEE-488.1 (1978) und IEEE-488.2 (1987)

1.1 Sicherheitshinweise

Diese Bedienungsanleitung beinhaltet Anweisungen, Warnungen und Sicherheitshinweise, die von dem Benutzer beachtet werden müssen, um eine sichere Handhabung zu gewährleisten und dafür zu sorgen, dass das Gerät in einwandfreien Zustand ist. Daher lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie das Instrument einsetzen.

⚠ WARNUNG

- Lesen Sie die Informationen in diesem Handbuch genau durch und vergewissern Sie sich, dass Sie die Anweisungen entsprechend ausführen können.
- Sorgen Sie dafür, dass das Handbuch bei dem Gerät aufbewahrt wird, so dass es im Bedarfsfall zur Hand ist.
- Stellen Sie sicher, dass Sie das Instrument nur für die vorgesehenen Aufgaben verwenden und dass die beschriebenen Prozeduren beachtet werden.
- Stellen Sie sicher, dass Sie die beschriebenen Sicherheitsanweisungen verstanden haben und entsprechend befolgen können.

Ein Nichtbefolgen der Sicherheitsanweisungen kann zu Verletzungen, Beschädigungen des Geräts oder des Messobjekts führen.

Das Symbol ⚠ weist auf einen sicherheitsrelevanten Hinweis hin. Lesen Sie sorgfältig die entsprechende Stelle im Handbuch, um eine sichere Handhabung zu gewährleisten.

⚠ **GEFAHR** weist auf Bedingungen oder Situationen hin, die zu ernsthaften oder gar tödlichen Verletzungen führen können.

⚠ **WARNUNG** weist auf Bedingungen oder Situationen hin, die zu schweren Verletzungen und/oder zur Zerstörung des Instruments führen können.

⚠ **VORSICHT** weist auf Bedingungen oder Situationen hin, die zu leichten Verletzungen und/oder Beschädigungen des Instruments führen können.

⚠ GEFAHR

- Vergewissern Sie sich, dass das Gerät korrekt geerdet ist. Der Widerstand gegenüber dem Erdpotenzial muss weniger als 100□ betragen.
- Stellen Sie sicher, dass Sie mit der korrekten Versorgungsspannung arbeiten. Details finden Sie im entsprechenden Abschnitt dieses Handbuchs (*s. S. 10.3)*.
- Arbeiten Sie keinesfalls mit dem Gerät, wenn sich entflammbare Gase in der Atmosphäre befinden. Es kann bei elektrische Messungen zu Funkenbildung und damit zu einer Explosion kommen.
- Verwenden Sie ausschließlich die spezifizierten Sicherungen oder zugelassene baugleiche Typen.
- Verwenden Sie das Instrument auf keinen Fall, wenn das Gehäuse oder Ihre Hände nass sind.
- Bei Rauch-, Geruchs- oder ungewöhnlicher Geräuschentwicklung schalten Sie das Gerät sofort ab und trennen Sie die Netzverbindung.

⚠ WARNUNG

- Nehmen Sie keine Messungen vor, wenn das Gerät selbst oder die Leitungen beschädigt sind.
- Führen Sie keine Veränderung an dem Gerät oder dem Zubehör aus. Im Falle einer notwendigen Reparatur oder Re-Kalibrierung wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Händler.
- Entfernen Sie niemals das Gehäuse. Wenden Sie sich bei Problemen an qualifiziertes Fachpersonal.

⚠ ACHTUNG

Im folgenden erhalten Sie einen Überblick über verwendete Sicherheitsrelevante Symbole und Ihre Bedeutung.

- ⚠ Weist auf eine gefährliche Situation hin. Ziehen Sie das Handbuch zu Rate bevor Sie fortfahren.
- ⚠ **GEFAHR** Weist auf eine extrem gefährliche und eventuell sogar lebensbedrohliche Situation hin.
- ⚠ **WARNUNG** Weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin, die zu Sachbeschädigungen führen kann.
- ⏚ *Erdung:* Zeigt an, dass Kabel- und Steckerisolierung mit der Gehäusemasse verbunden sind.
- ⏻ I Eingeschaltet.
- ⏻ O Ausgeschaltet.

1.2 Funktionen

Die Hauptfunktionen der Multimeter sind:

- Eine doppelte Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige (VFD) in der zwei Eigenschaften eines Eingangssignals zur gleichen Zeit dargestellt werden können (z.B. Gleichspannung in der einen Anzeige und Wechselspannung in der anderen).
- Fernsteuerung über die standarmäßige RS-232 oder die optional IEEE-488 Schnittstelle.
- Anzeigeumfang von 120'000, 40'000 bzw. 4'000 je nach Meßrate:

 Langsam: 120'000 $\Rightarrow$ 2 Messungen/Sekunde

 Mittel: 40'000 $\Rightarrow$ 5 Messungen/Sekunde

 Langsam: 4'000 $\Rightarrow$ 20 Messungen/Sekunde
- 1µV Auflösung bei V_{DC}-Messung
- True RMS Messung bei V_{AC} mit einer Bandbreite von 20Hz bis 100 kHz für den Typ 3145A und 40Hz bis 30kHz für den Typ 3146A.
- Berechnung des RMS-Werts für $V_{AC} + V_{DC}$ bzw. $A_{AC} + A_{DC}$.
- Wahlweise 2- bzw. 4-Leiter-Widerstandsmessung.
- Widerstandsmessung bis zu 120MΩ mit 1mΩ Auglösung bei langsamer Messung sowie 300MΩ mit einer Auflösung von 10mΩ bzw. 100mΩ bei mittlerer bzw. schneller Messung.
- Großer A_{DC}- und A_{AC}-Messbereich von 12mA bis 12A.
- Frequenzmessungen bei mehr als 1MHz mit einer Auflösung von 0,01Hz.
- dBm-Messungen mit einer variablen Referenz-Impedanz von 2Ω bis 8'000Ω sowie der Möglichkeit Audio-Leistungen zu messen.
- Nullpunktsanpassung (REL), um einen Offset zu kompensieren.
- Vergleichsmodus, um festzustellen, ob ein Messwert unter, innarhalb oder über eingestellten Grenzwerten liegt.
- Dynamische Aufzeichnung des Minimums und Maximums eines Messzeitraums.
- Kalibriermodus (CAL).

1.3 Optionen und Zubehör

Zur Zeit ist nur eine Option für den Typ 3145A verfügbar. Diese Option kann entweder bei der Bestellung angegeben werden oder nachträglich durch authorisiertes Fachpersonal eingebaut werden.

- Die IEEE-488 Schnittstelle (Option GP-08) erlaubt eine vollständige Programmierung des Geräts. Es können zwei Programmierungen verwandt werden: die IEEE-488.2 Common- und die Standard-Befehle für programmierbare Geräte (SCPI). Die SCPI-Befehle für diese Gerät folgen dem SCPI Standard Version 1993.0.

Mitgeliefertes Standardzubehör:

- Netzkabel
- Schutzkappen für die Front- und die Rückseite
- Handbuch
- TL-36: Messleitungen (maximale Belastung: $1kV_{DC}$, $10A_{AC/DC}$ kontinuierlich bzw. $12A_{AC/DC}$ für maximal 30 Sekunden).
- AC-01: Kappen für die TL-36 Leitungen.

Verfügbares optional Zubehör:

- TL-35 Messleitungen (Spitzen)
- TH-02 Klemme zur Durchdringung von Isolationen
- AC-02 Verlängerung für TL-35
- AC-03 Krokodilklemme
- KC-01 4-Leiter-Messleitungen mit Kelvin-Klemmen
- CP-08 RS-232 PC Verbindungskabel
- RS-01 RS-232 Kabel
- GP-08 IEEE-488 Schnittstelle (nur für Typ)
- RK-01 Schaltschrankmontage-Kit (für einzelnes Multimeter)

1.4 Verwendung des Handbuchs

Dieses Handbuch wurde erstellt, um dem Anwender einen schnellen Einstieg in die Verwendung des Messgeräts zu ermöglichen. Allerdings ist es für das Verständnis der umfassenden Möglichkeiten der ESCORT 3145A / 3146A Modelle erforderlich, das gesamte Handbuch sorgfältig durchzugehen.

Zuerst sollten Sie sich das Inhaltsverzeichnis anschauen, um die Struktur des Handbuchs zu verstehen. Danach empfehlen wir das *Kapitel "Einstieg"* auf *Seite 2-19* zu lesen. Im folgenden erhalten Sie eine kurze Übersicht der Abschnitte:

Abschnitt 1: Einleitung

Vorstellung von allgemeinen Informationen über die Messgeräte wie zum Beispiel Sicherheitshinweise, Eigenschaften, Optionen und Zubehör.

Abschnitt 2: Einstieg

Beschreibung der Einrichtung des Messgeräts für die ersten Messungen durch Erläuterung der wesentlich Funktionen des Bedienfelds.

Abschnitt 3: Bedienung und Funktionen

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Funktionen, die über die Tastatur ausgewälht werden könne im Detail beschrieben.

Abschnitt 4: Beispiele für Messaufgaben

Beschreibung verschiedener Messaufgaben um das Messgerät auch bei anspruchsvollen Anwendungen benutzen zu können.

Abschnitt 5: Kalibrierung des Messgeräts

Beschreibung der wesentlichen Informationen für die Kalibrierung des Messgeräts.

Abschnitt 6: RS-232 Remote Operation

Beschreibt den Anschluss des Messgeräts an ein Terminal oder einen PC über die RS-232 Schnittstelle.

Abschnitt 7: GPIB Remote Operation (Option)

Beschreibt den Anschluss des Messgeräts an ein Terminal oder einen PC über die IEEE-488 Schnittstelle.

Anhänge

Abschnitt 8: Spezifikationen des Modells 3145A

Abschnitt 9: Spezifikationen des Modells 3146A

Abschnitt 10: Wartung

2 Einstieg

2.1 Einleitung

Abschnitt 2 beschreibt die allgemeinen Funktionen der Tasten, Anschlüsse und Anzeigen auf der Front- und Rückseite des Geräts.

2.2 Vorbereitungen

- **Auspacken und Inspektion**

 Entfernen Sie vorsichtig die Verpackungsmaterialien und untersuchen Sie das Instrument auf offensichtliche Beschädigungen oder fehlende Teile. Sollte etwas beschädigt sein oder falls etwas fehlt so setzen Sie sich umgehend mit der Verkaufsstelle in Verbindung. Bewahren Sie den Karton und das Verpackungsmaterial für den Fall, dass Sie das Gerät versenden müssen gut auf.

- **Vorderseite**

 Die Vorderseite (s. *Abb. 1* auf *Seite 2-19*) besteht aus drei wesentlichen Elementen: Den Eingangsbuchsen auf der linken Seite, den Anzeigen oben rechts und der Tastatur unten. Die Tasten werden für die Auswahl der Hauptfunktionen verwandt. Details zu diesen Funktionen finden Sie in *Abschnitt 3* auf *Seite 3-30.*

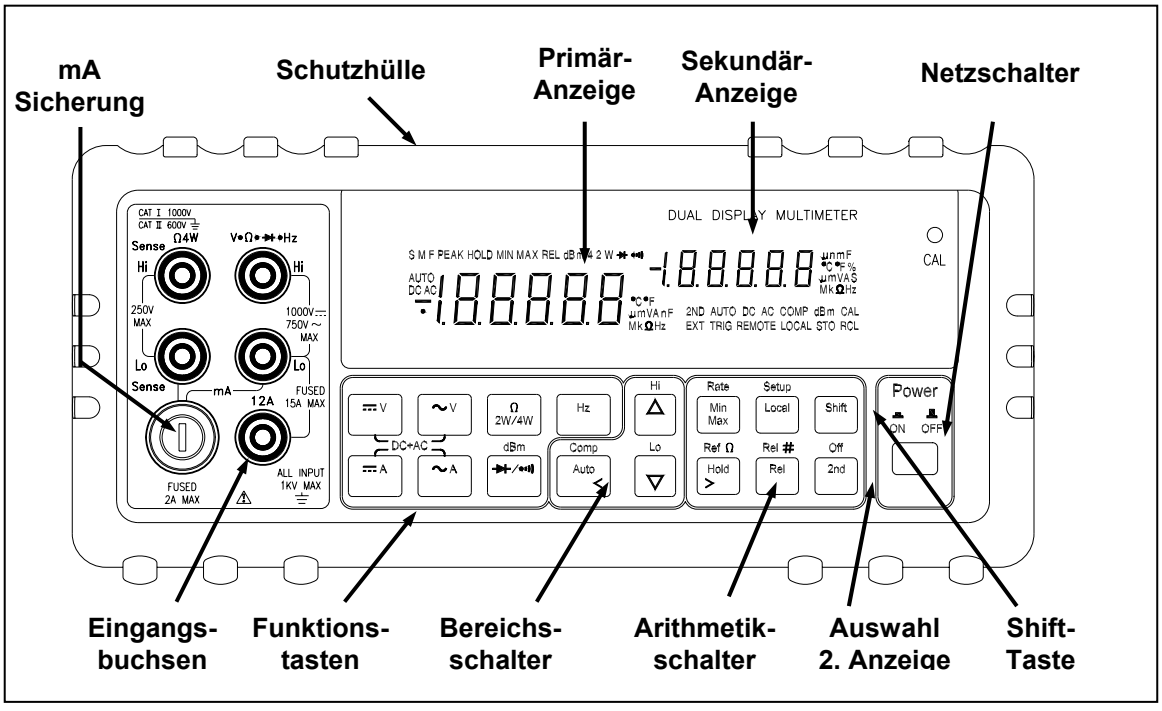


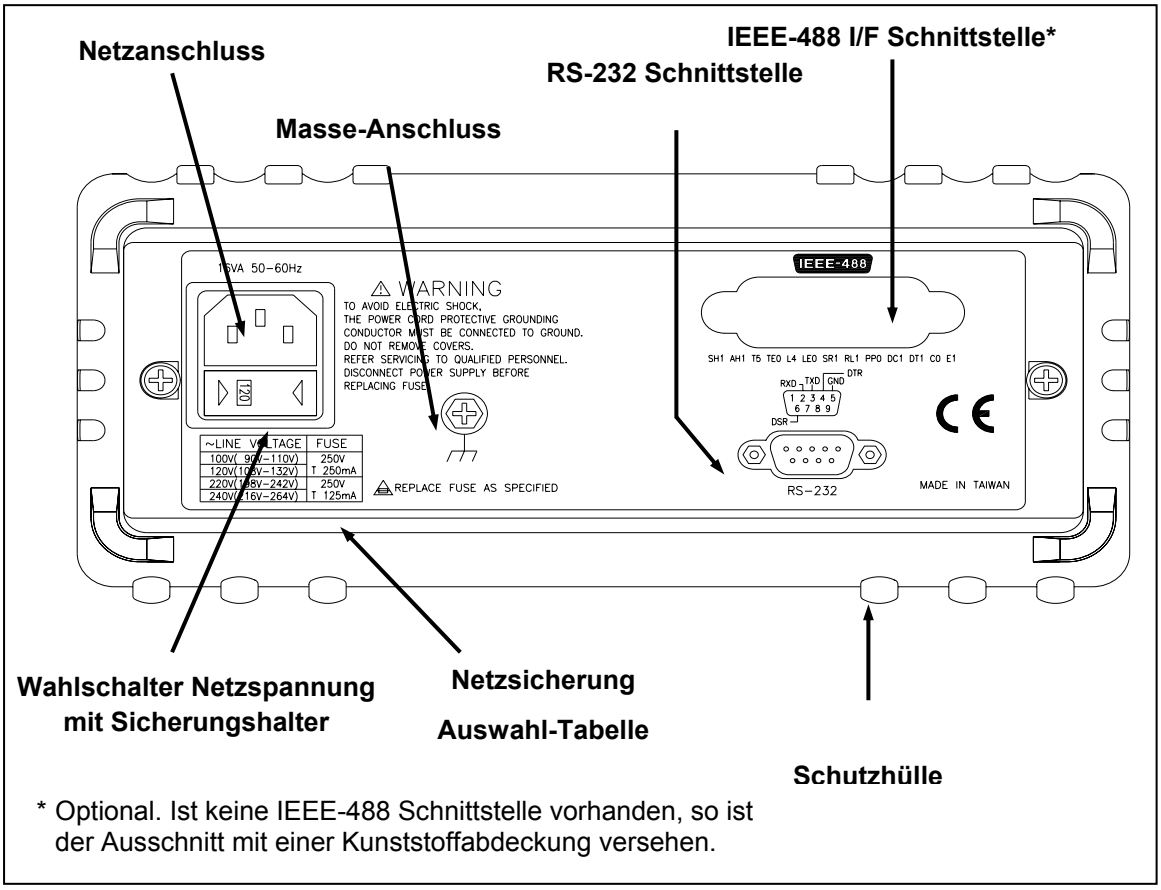
Abb. 1: Vorderseite

- **Rückseite**

 Auf der Rückseite (s. *Abb. 2* auf *Seite 2-20*) befindet sich die Netzsicherung, der Netzanschluss, die RS-232 Schnittstelle und ein Ausschnitt für die optional IEEE-488 Schnittstelle.

- **Netzspannung**

 In der *Abb. 2* auf *Seite 2-20* ist die Position des Wahlschalters für die Netzspannung und der Halterung für die Netzsicherung dargestellt. Schließen Sie das Netzkabel auf der Rückseite an. Das Gerät arbeitet mit einer Netzspannung von 90 V_{AC} bis 264 V_{AC}, vorausgesetzt der Wahlschalter für die Netzspannung ist entsprechend eingestellt. Die Frequenz muss 50-60 Hz betragen. Aus Sicherheitsgründen darf keine Netzspannung außerhalb des spezifizierten Bereichs angeschlossen werde.



* Optional. Ist keine IEEE-488 Schnittstelle vorhanden, so ist der Ausschnitt mit einer Kunststoffabdeckung versehen.

Abb. 2: Rückseite

⚠ GEFAHR

- Bevor Sie das Gerät zum ersten Mal in Betrieb nehmen, vergewissern Sie sich, dass sich der Wahlschalter für die Netzspannung in der korrekten Position befindet.

Die Netzspannung kann auf die Werte 100 V_{AC}, 120 V_{AC}, 220 V_{AC} und 240 V_{AC} eingestellt werden.

Für die Netzsicherung muss eine 250 mA Sicherung bei 100 V_{AC} und 120 V_{AC} bzw. eine 125 mA Sicherung bei 220 V_{AC} und 240 V_{AC} verwendet werden.

- **Gehäuse, Front-/Rückseite und Schutzhülle**

 Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, sollte das Gerät niemals ohne oder mit geöffnetem Gehäuse betrieben werden.

 Das Gerät verfügt über eine griffige Schutzhülle an der Vorder- und Rückseite (s. *Abb. 1* und *Abb. 2* auf den *Seiten 2-19* bzw. *2-20*). Diese Schutzhülle schütz sowohl Vorder- und Rückseite als auch die Ecken und Kanten des Geräts. Daher können ohne Probleme, wie in *Abb. 3* auf *Seite 2-21* zu sehen, mehrere Geräte übereinander gestapelt werden.



Abb. 3: Anordnung der Geräte

Sollen die Geräte in einen Schaltschrank (z.B. 19 Zoll) eingebaut werden, so können die Schutzhüllen zur Anbringung der Montagewinkel einfach entfernt werden. Siehe auch den *Abschnitt 2.7* auf *Seite 2-29* für die Schaltschrank-Montage.

- **Erdung des Geräts**

 Die Erdung erfolgt über das Netzkabel. Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, muss die Erdungsleitung im Netzkabel angeschlossen sein.

- **Betrieb in explosionsgefährdeter Umgebung**

 Das Gerät ist nicht für den Betrieb in explosionsgefährdeter Umgebung geeignet. Daher darf dort aus Sicherheitsgründen nicht eingesetzt werden.

- **Einstellung des Tragegriffs**

 Für die Verwendung auf einem (Labor-) Tisch kann der Tragegriff in drei verschiedene Positionen eingestellt werden, um eine optimale Ablesung der Anzeige zu gewährleisten. Zur Einstellung ziehen Sie an dem Griff bis er frei beweglich ist (ca. 5mm). Danach kann er auf eine der vier Stop-Positionen eingestellt und wieder eingerastet werden (s. *Abb. 4* auf *Seite 2-22*). Um den Griff komplett zu entfernen, bringen Sie ihn in die vertikale Stop-Position und ziehen Sie ihn an den Scharnieren auseinander.

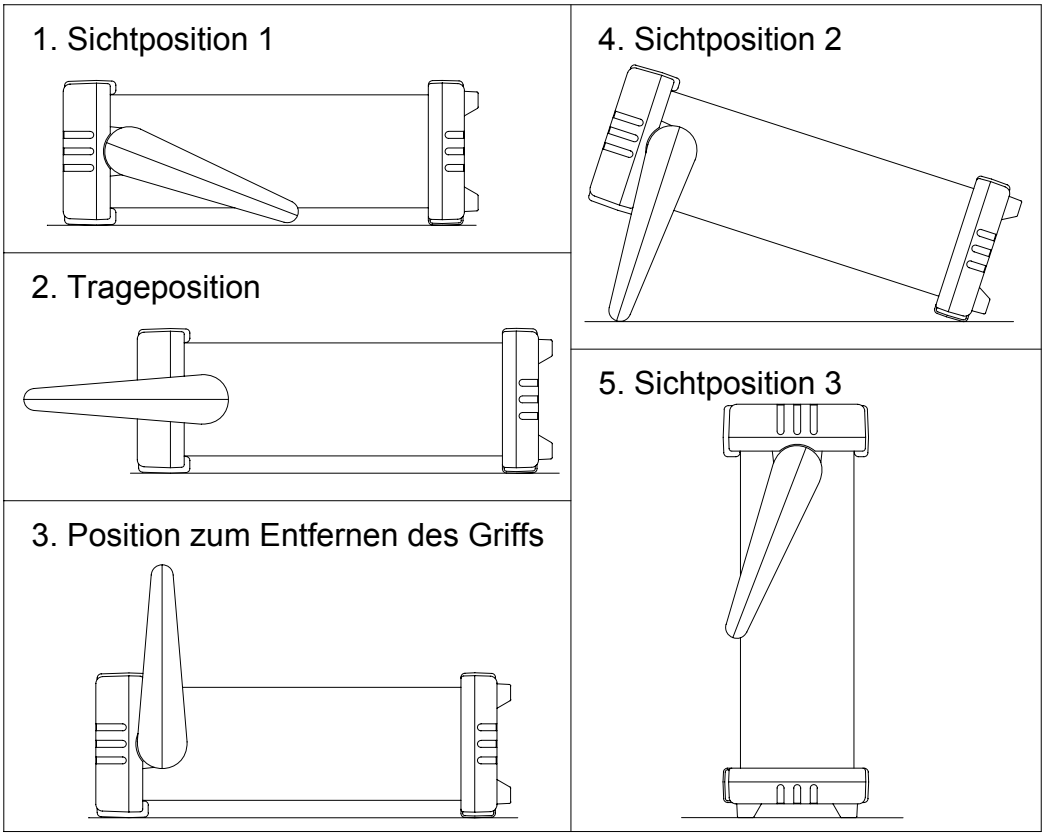


Abb. 4: Einstellung des Tragegriffs

2.3 Einschalten des Geräts

Schalten Sie das Gerät ein, indem Sie die Taste **Power** oben rechts auf der Vorderseite in die "IN" Position drücken. Beim Einschalten leuchten beide Anzeigen für ca. 2 Sekunden komplett auf, während ein interner Selbst-Test abläuft. Wird während dieses Test die **Hold**–Taste gedrückt, so bleiben die Anzeigen auch nach den zwei Sekunden komplett erleuchtet bis eine andere Taste gedrückt wird. Erst danach wird die Einschalt-Sequenz weitergeführt.

Nach dem Abschluss der Einschalt-Sequenz schaltet sich das Gerät in den Messmodus, der im nichtflüchtigen Speicher abgelegt ist. Die Vorgabewerte für die Messfunktion finden Sie in *Tabelle 3* auf *Seite 3-34*.

2.4 Auswahl der Stromeingangsbuchsen und des Messbereichs

Soll ein Strom (DC oder AC) bei automatischer Bereichswahl gemessen werden, so reicht es, das Eingangssignal an die 1'200mA- (Typ 3145A) bzw. 120mA-Buchsen (Typ 3146A) anzuschließen. Das Messgerät wird den Bereich automatisch einstellen.

Schließen Sie dagegen ein Eingangssignal an die 12A-Buchsen an, so erfolgt keine automatische Bereichswahl. Der Messbereich muss vom Anwender manuell gewählt werden.

2.5 Verwendung der Funktionstasten

Die Funktionen und Operation-Modi des Geräts können über die entsprechenden Tasten eingestellt werden.

Ein Übersicht der Funktionstasten ist in *Abb. 5* auf *Seite 2-24* dargestellt.

Die Funktionstasten können auf drei verschiedene Weisen verwendet werden:

- Drücken Sie eine einzelne Taste um eine Funktion oder Operation auszuwählen. Beispiel:

 Drücken Sie die Taste [~V] um Wechselspannung für die Primäranzeige auszuwählen.
- Drücken Sie eine Tasten-Kombination, eine nach der anderen. Beispiel:

 [~V] für die Auswahl Wechselspannung im Primärdisplay und dann

 [Hz] für die Auswahl der Frequenzmessung

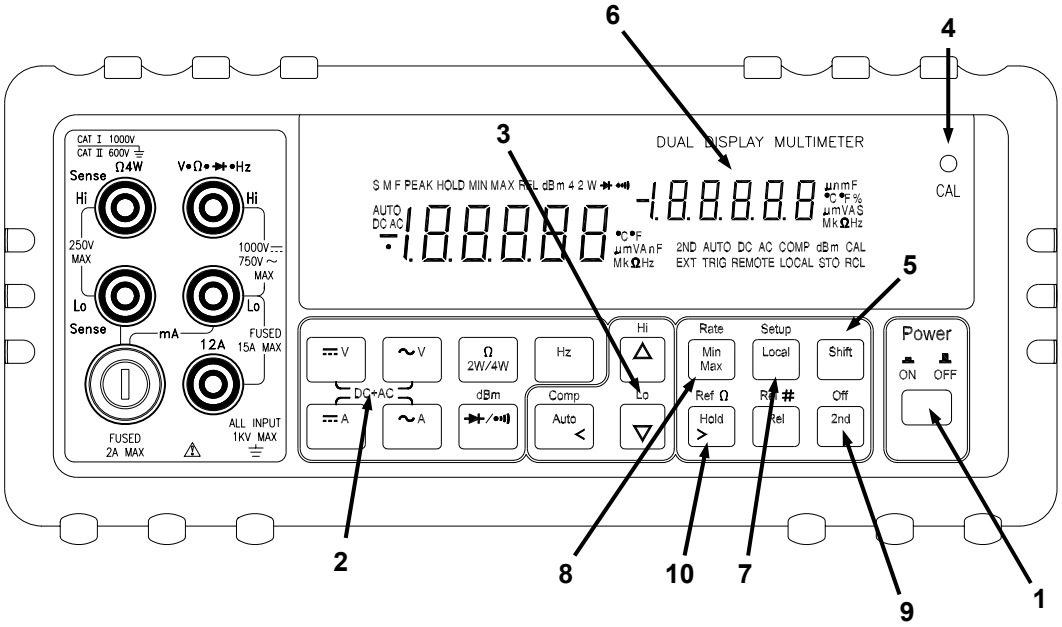


Abb. 5: Tastatur

1. Netzschalter
2. Auswahl Messfunktion
3. Bereichs-/Komparator-Auswahl
4. Kalibrierungs-Modus
5. SHIFT-Taste
6. Sekundär-Anzeige
7. Local-Taste, Einstellungen
8. Auswahl Abtastrate
9. Auswahl Arithmetische Funktionen
10. Hold-/Referenz-Taste

Tabelle 1: Funktionstasten

- Drücken Sie mehrere Tasten gleichzeitig. Beispiel:

 [=V] und [~V] gleichzeitig um die Messfunktion True RMS V_{AC} und V_{DC} (berechnet) für die Primäranzeige auszuwählen.

Weitere Details finden Sie in *Abschnitt 3 "Bedienung und Funktionen"* ab *Seite 3-30.*

2.6 Einfache Messbeispiele

In diesem Abschnitt werden einfache Messfunktionen, die über die Front-Tastatur ausgewählt werden können, beschrieben. Es bietet dem Anwender einen schnellen Einstieg in das Messgerät, ohne das gesamte Handbuch lesen zu müssen. Um jedoch die vollständigen Möglichkeiten des Geräts nutzen zu können, müssen die jeweiligen Abschnitte dieses Handbuchs durchgearbeitet werden.

2.6.1 Spannungs-, Widerstands- und Frequenz-Messung

Drücken Sie die gewünschte Messfunktion und schließen Sie die Messleitungen (TL-26 oder TL-35, s. *Abschnitt 1.3* auf *Seite 1-16*) wie in *Abb. 6* auf *Seite 2-26* dargestellt an. Das Gerät wird den geeigneten Messbereich automatisch auswählen. In der Anzeige erscheint ein entsprechendes Symbol , um die gewählte Einheit und den gewählten Messbereich anzuzeigen.

HINWEIS

Wenn unmittelbar nach einer Hochspannungsmessung bis zu 1'000 V_{DC} eine Messung im µV-Bereich gestartet wird, treten massive Messfehler auf. Das Gerät benötigt einen Zeitraum von ca. 2 Minuten um wieder für Niederspannungsmessungen bereit zu sein.

2.6.2 Strom-Messungen

Um eine Strom-Messung durchzuführen schließen Sie die Messleitungen an die 12A-Buchse bzw. für Niederstrom-Messungen an die 1'200mA (Typ 3145A) / 120mA (Typ 3146A) wie in *Abb. 7* auf *Seite 2-26* dargestellt an.

Stellen Sie sicher, dass der zu messende Stromkreis ausgeschaltet ist, bevor Sie die Messleitungen anschließen.

Öffnen Sie den Stromkreis auf der Masse-Seite, um die Common-Mode-Spannung zu minimieren und schließen Sie das Messgerät an diesem Punkt in Serie an.

Schalten Sie den zu messenden Stromkreis ein und lesen Sie die Anzeige ab. Das Messgerät wird automatisch einen geeigneten Messbereich (nicht für die 12A-Buchsen) einstelle. Ein entsprechendes Symbol in der Anzeige bestimmt den Messbereich und die Einheit.

Nach der Messung schalten Sie den Stromkreis wieder aus und entfernen die Messleitungen wieder.

HINWEIS

Nachdem Sie eine Hochstrom-Messung an den 12A-Buchsen durchgeführt haben entstehen thermisch erzeugte Spannungen die zu Messfehlern bei der Messungen von kleinen Strömen, Widerständen oder Spannungen führen können.

Es ist erforderlich, einen Zeitraum von zehn Minuten zu warten, um wieder eine optimale Genauigkeit zu erhalten.

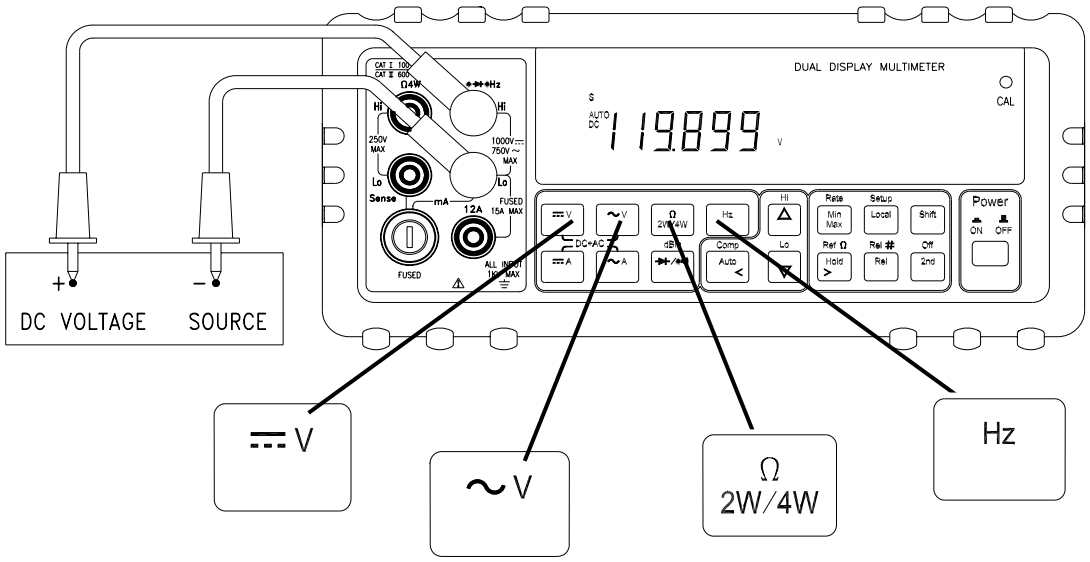


Abb. 6: Spannungs-, Widerstands- und Frequenz-Messung

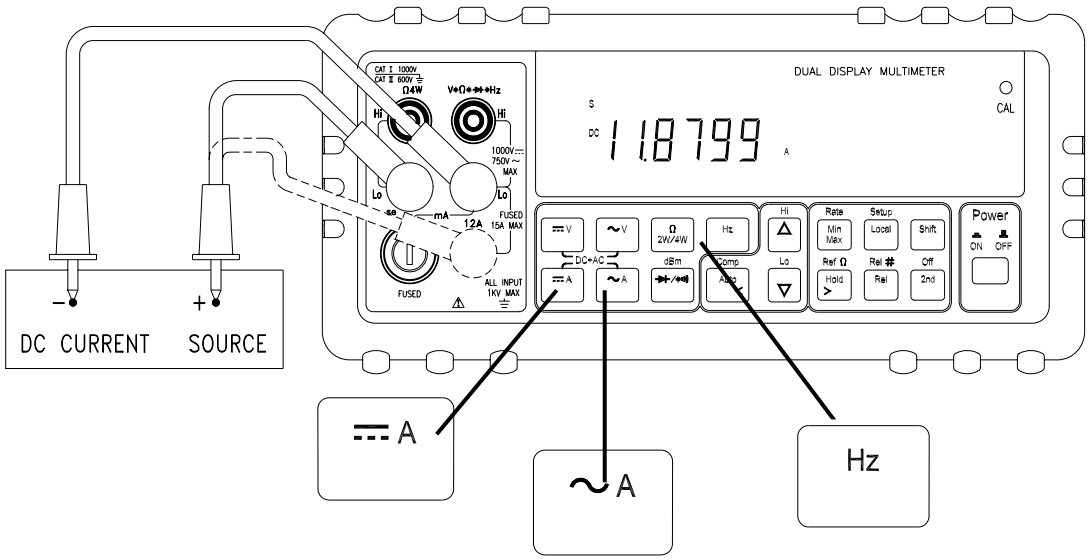


Abb. 7: Strom- und Frequenz-Messung

2.6.3 Dioden- und Durchgangsprüfung

Durch Drücken der Taste kann die Dioden- bzw. Durchgangs-Prüfung ausgewählt werden. Beide Funktionen sind nicht für die Sekundäranzeige verfügbar.

Während des Diodentests wird der Durchgangsspannung bei einer Stromstärke im Übergang von 0.5mA gemessen. Ein einfaches akustisches Signal ertönt, wenn die Spannung unter +0.7V (entspricht ca. 1.4kΩ) fällt. Fällt die Spannung unter +50mV (entspricht ca. 100Ω), so ertönt ein Dauerton.

Die Messwerte werden bei langsamer Messung im 1.2V-Bereich und bei mittlere und schneller Messung im 4V-Bereich angezeigt. In der Anzeige erscheint "OL" (Überlast), wenn die Spannung 1.2V (langsam) bzw. 2.5V (mittel und schnell) überschreitet. Die Auflösung bei der langsamen Messung beträgt 10µV.

Bei der Durchgangsprüfung wird der Widerstand des zu messenden Stromkreises mit der 2-Leitermethode bei einem Teststrom von 0.5mA gemessen. Es ertönt ein kontinuierliches akustisches Signal, wenn der gemessene Widerstand unter 10Ω liegt.

Für die Durchgangsprüfung ist der Messbereich fest auf 120Ω eingestellt, wenn die langsame Messung aktiviert ist. Bei mittlere und schneller Messung wird der 400Ω-Bereich verwendet.

Betätigen Sie die -Taste um die Dioden-Test Funktion zu aktivieren. Danach verbinden Sie die Messleitungen mit der Diode , wie in *Abb. 8* auf *Seite 2-28* zu sehen. Achten Sie auf die Polung!

Drücken Sie die -Taste ein weiteres Mal um die Durchgangsprüfung zu starten. Verbinden Sie die Messleitungen mit dem Testkreis wie in *Abb. 9* auf *Seite 2-28* dargestellt.

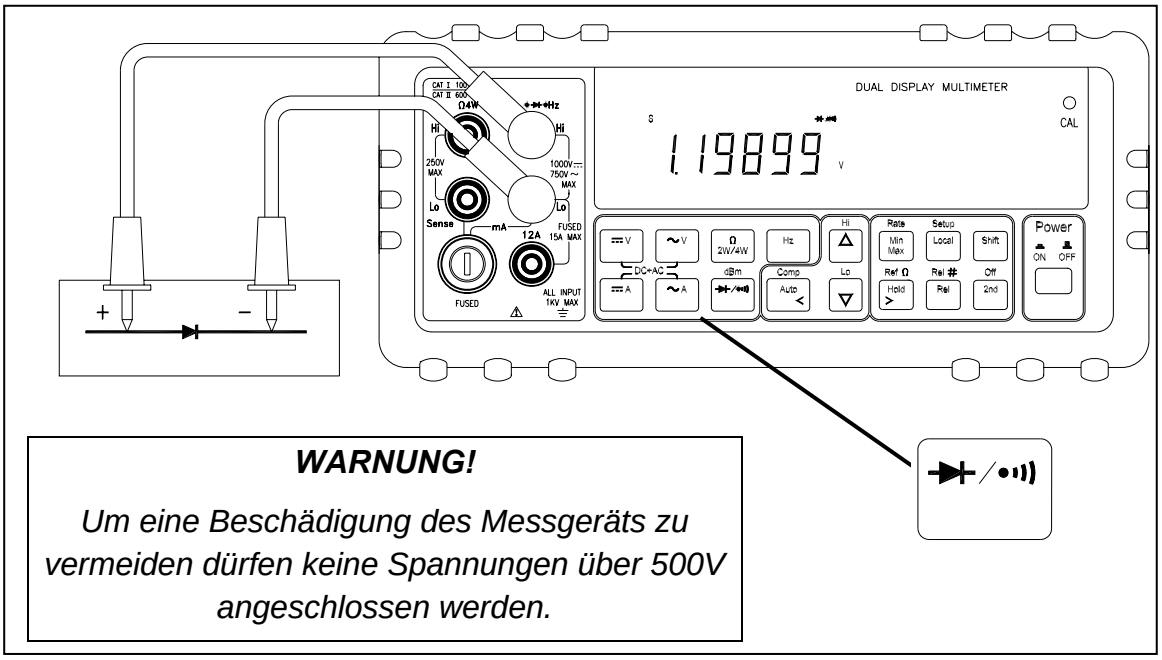


Abb. 8: Dioden- / Durchgangsprüfung

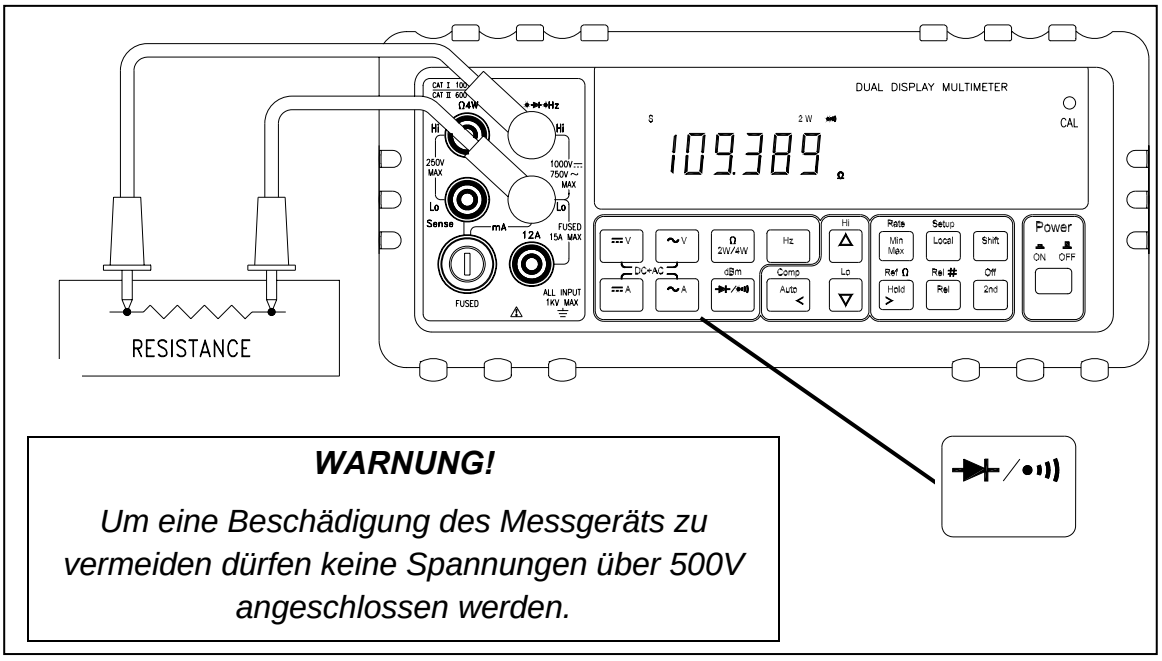


Abb. 9: 2-Leiter Ω / Durchgangsprüfung

2.7 Schaltschrank-Montage

Das Messgerät kann mit Hilfe der Montagewinkel RK-01 (für ein einzelnes Gerät) in einen Standard 19"-Schaltschrank eingebaut werden. Die vordere und die hintere Schutzhülle können dazu entfernt werden.

Die Anbringung der RK-01 Montagewinkel wird in der folgenden Beschreibung und der auf *Seite* erklärt.

1. Bringen Sie den Tragegriff in die vertikale Stopp-Position (s. hierzu *Abb. 4* auf *Seite 2-22*) und Ziehen Sie die Enden komplett heraus
2. .Entfernen Sie die Schutzhüllen vorne und hinten.
3. Schrauben Sie die Montagewinkel RK-01 mit den mitgelieferten Schrauben an die Seiten des Messgeräts.
4. Stecken Sie zwei Blindstopfen in die Löcher für den Tragegriff.
5. Installieren Sie das Messgerät in den 19"-Schaltschrank.

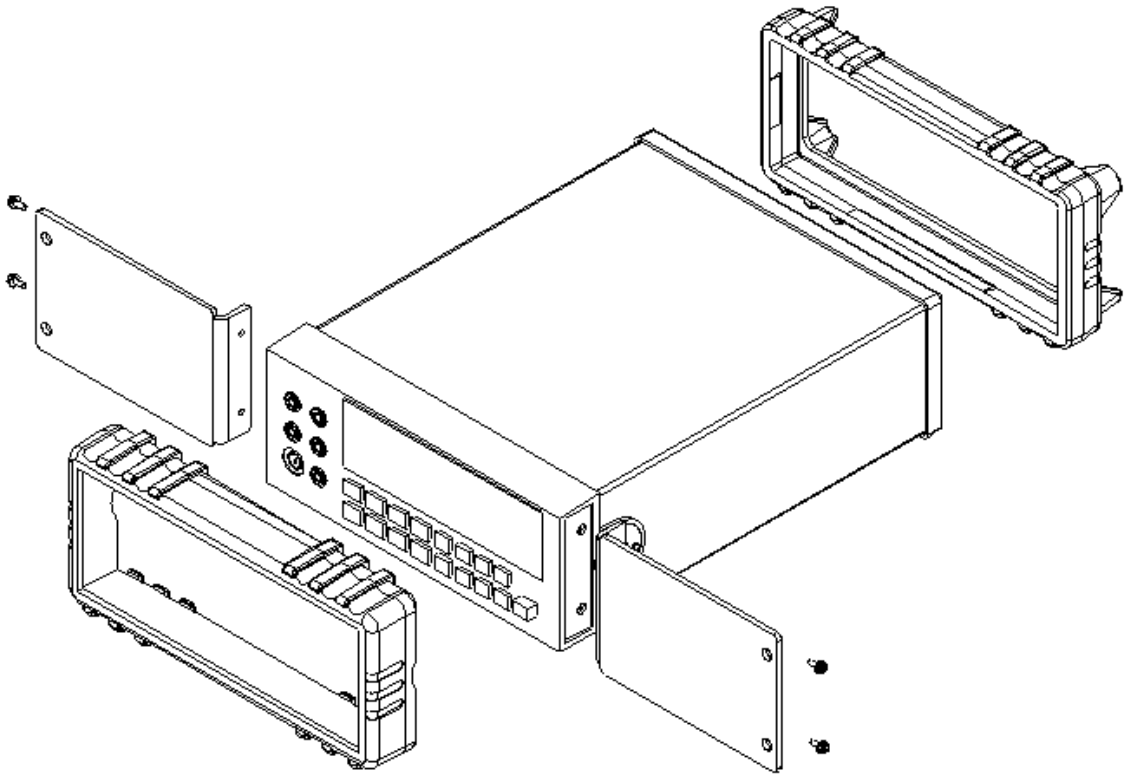


Abb. 10: Montage in einem 19"-Schaltschrank

3 Bedienung und Funktionen

3.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden alle Funktionen, die über die Fronttastatur bedient werden können, beschrieben.

3.2 Funktionen der Frontseite

Die folgenden Operationen können über die Frontseite gesteuert werden:

- Auswahl einer Messfunktion (V_{DC}, V_{AC}, A_{DC}, A_{AC}, Widerstand, Frequenz und Dioden-/Durchgangsprüfung).
- Ausführen eine Messung und Anzeige des Messwerts.
- Auswahl automatische (AUTO) oder manuelle Bereichswahl.
- Manuelle Auswahl eines Messbereichs für die Primäranzeige.
- Spezielle Anzeige und Messfunktionen wie Relativmessung (REL), Minimum und Maximum (MIN MAX), Dezibel (dBm und dB) oder die Speicherung des aktuellen Anzeigewerts (HOLD) der Primäranzeige.
- Änderung des Messrate (SLOW, MEDIUM, FAST).
- Einstellen der Referenzimpedanz (REFΩ).
- Vergleichsmessung (COMP) gegen ein vorher gemessenen Wert als Toleranzfilter (HI, LO oder PASS).
- Verwendung des "Editors" um eine Liste von Relativ-Konstanten zu erstellen oder die manuelle Einstellung des HI / LO Grenzwerts für die Vergleichsmessung (COMP).
- Einstellung der Computerschnittstellen (RS-232 oder IEEE-488).
- Messung einer Audioleistung.
- Direktes drucken einer Messung über die RS-232-Schnittstelle auf einem Drucker (RS-232 Print-Only Modus).

Diese und weitere Funktionen sind in diesem Kapitel beschrieben.

3.3 Primär- und Sekundäranzeige

Das Messgerät verfügt über eine duale Vakuum-Fluoreszenzanzeige. In der Anzeige werden Messwerte, Symbole und Nachrichten dargestellt. Die Symbole geben Informationen über Einheiten der Messwerte sowie den aktuellen Modus dar.

Die Dualanzeige erlaubt es zwei Messwerte oder Eigenschaften des Eingangssignals gleichzeitig zu sehen. Die Anzeige besitzt zwei wesentliche Bereiche: die Primär- und die Sekundäranzeige (s. *Abb. 11* auf *Seite 3-32*).

Die Primäranzeige besitzt größere Zeichen und Symbole und befindet sich auf der linken Seite des Displays. Messwerte für die Relativmessung (REL), Minimum/Maximum (MIN MAX), Anzeigespeicher (HOLD) oder Dezibel (dBm) werden nur auf der Primäranzeige dargestellt.

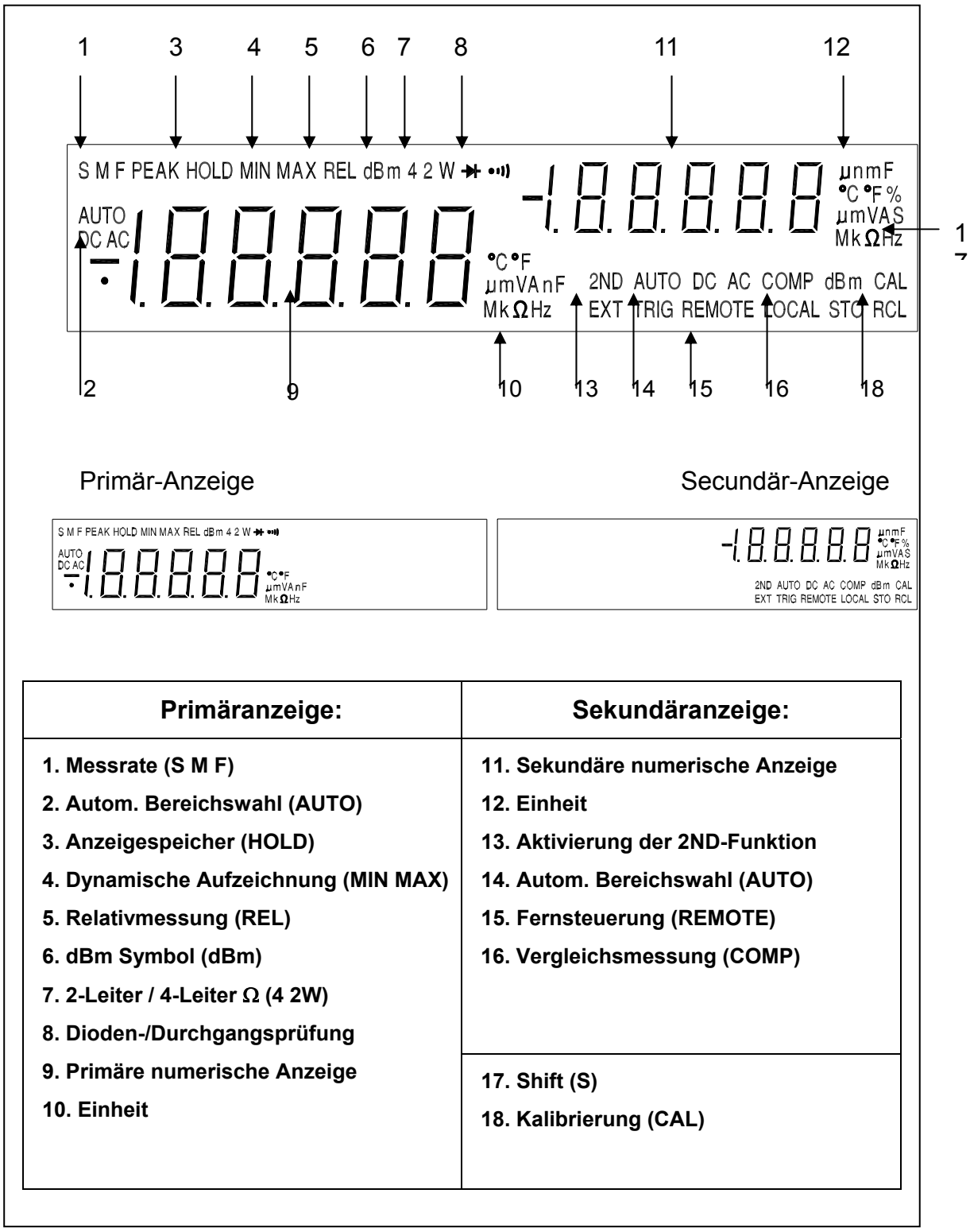
Die Sekundäranzeige verfügt über kleinere Zeichen und befindet sich auf der rechten Seite des Displays. Drücken Sie die [2nd] -Taste, gefolgt von einer Funktionstaste, um die Sekundäranzeige zu aktivieren. Zum Ausschalten der Sekundäranzeige drücken Sie die [Shift] -Taste gefolgt von [Off 2nd] .

Wenn die Sekundäranzeige aktiviert ist, hat dies keine Einfluss auf die Primäranzeige. Sie arbeiten unabhängig voneinander.

HINWEIS

Wird [⏚/•)))] für die Primäranzeige ausgewählt, so erscheint nur die Diodentestspannung auf der Primäranzeige; die Durchgangsmessung ist auf die Primäranzeige beschränkt.

Keine der Funktionen REL, dBm, HOLD oder MINMAX kann auf der Sekundäranzeige dargestellt werden.



Primäranzeige:	Sekundäranzeige:
1. Messrate (S M F)	**11. Sekundäre numerische Anzeige**
2. Autom. Bereichswahl (AUTO)	**12. Einheit**
3. Anzeigespeicher (HOLD)	**13. Aktivierung der 2ND-Funktion**
4. Dynamische Aufzeichnung (MIN MAX)	**14. Autom. Bereichswahl (AUTO)**
5. Relativmessung (REL)	**15. Fernsteuerung (REMOTE)**
6. dBm Symbol (dBm)	**16. Vergleichsmessung (COMP)**
7. 2-Leiter / 4-Leiter Ω (4 2W)	
8. Dioden-/Durchgangsprüfung	
9. Primäre numerische Anzeige	**17. Shift (S)**
10. Einheit	**18. Kalibrierung (CAL)**

Abb. 11: Dualanzeige

3.4 Eingangsbuchsen

In Eingangsbuchsen (s. *Abb. 12* auf *Seite 3-33*) befinden sich auf der linken Seite der Frontplatte. Das Messegerät ist gegen Überlastung in den Grenzwerten wie in *Tabelle 2* auf *Seite 3-34* angegeben geschützt. Werden diese Grenzwerte überschritten so entsteht eine ernste Gefahr sowohl für das Messgerät als auch für das Bedienpersonal.

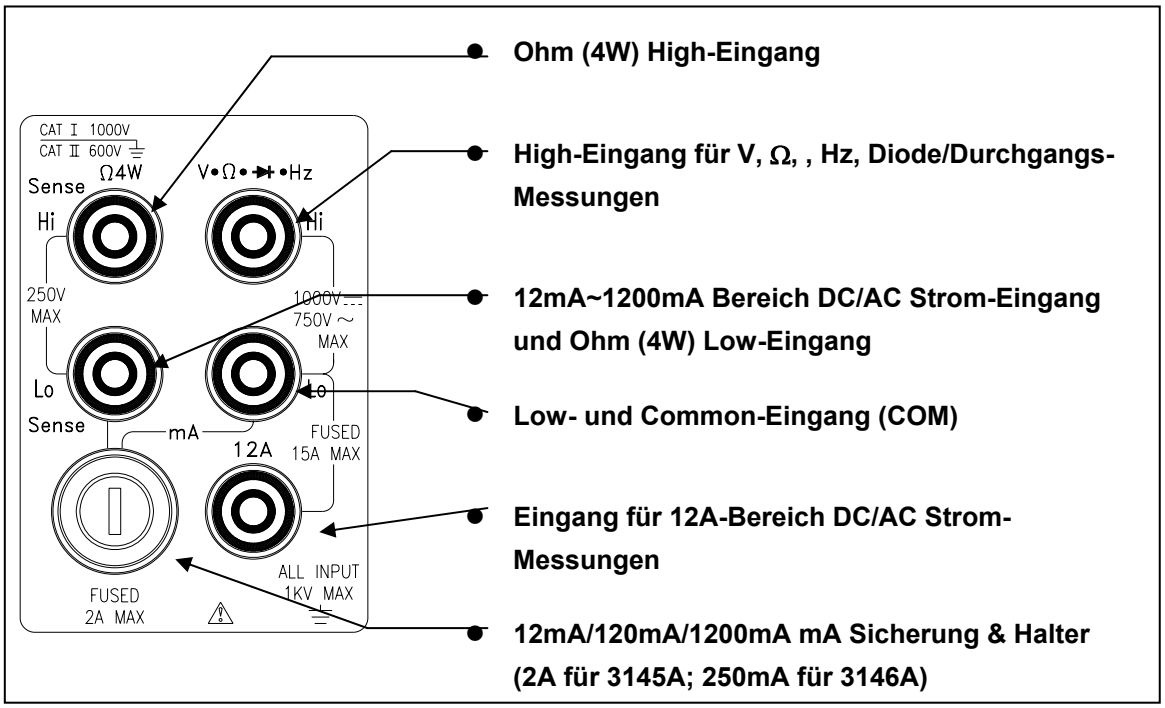


Abb. 12: Eingangsbuchsen

Funktion	Eingangsbuchsen	Maximaler erlaubter Eingangswert
V_{DC}	V· Ω· Hz (HI) auf LO	$1000V_{DC}$
V_{AC}, Hz	V Ω Hz (HI) auf LO	$750V_{AC\ rms}$, $1100V_{Spitze}$, $2x10^7$ V-Hz normal mode, oder $1x10^6$V-Hz common mode
mA, Hz	mA auf LO	1200mA (1) DC oder AC rms
12A, Hz	12A auf LO	12A (2) DC oder AC rms
Ω (2W)	V· Ω· Hz auf LO	$500V_{DC\ oder\ AC\ rms}$
⊣•))	V· Ω· Hz to LO	$500V_{DC\ oder\ AC\ rms}$
Ω (4W)	HI auf LO	$250V_{DC\ oder\ AC\ rms}$
Alle Funktionen	Jede Eingangsbuchse bez. Masse	$1000V_{DC\ oder\ AC\ Spitze}$

Funktion	Eingangsbuchsen	Maximaler erlaubter Eingangswert
(1) Bis zu 1200mA für **3145A**; nur bis zu 120mA für **3146A**		
(2) $10A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ kontinuierlich, und $12A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ für maximal 30s		

Tabelle 2: Maximale Eingangssignale

3.5 Initialisierung der Messungen

- **Starteinstellungen**

 Wenn das Gerät gestartet wird werden die Starteinstellungen wiederhergestellt. Die werksseitigen Starteinstellungen finde Sie in *Tabelle 3* auf *Seite 3-34*.

 Die Parameter der IEEE-488 und der RS-232 Schnittstelle werden im nichtflüchtigen Speicher des Messgeräts abgelegt. Daher bleiben sie vom Ein- und Ausschalten des Geräts unbeeinflusst. Änderungen erfolgen hier nur durch den Anwender.

Parameter		Vorgabewerte
Funktion		DC V
Bereichswahl		Automatische Bereichswahl
Anzeigespeicher (HOLD)		Aus
Messrate		Langsam (120'000 Schritte)
Arithmetische Funktion		Aus
Konstanten	Vergleichswerte	HI: 199999 (199999E+0)
		LO: 000000 (000000E+0)
	REFΩ (Referenzimpedanz)	600 Ω
	Rel # (Relativwert)	000000E+0
Sekundäranzeige		Aus
Kalibriermodus		Aus

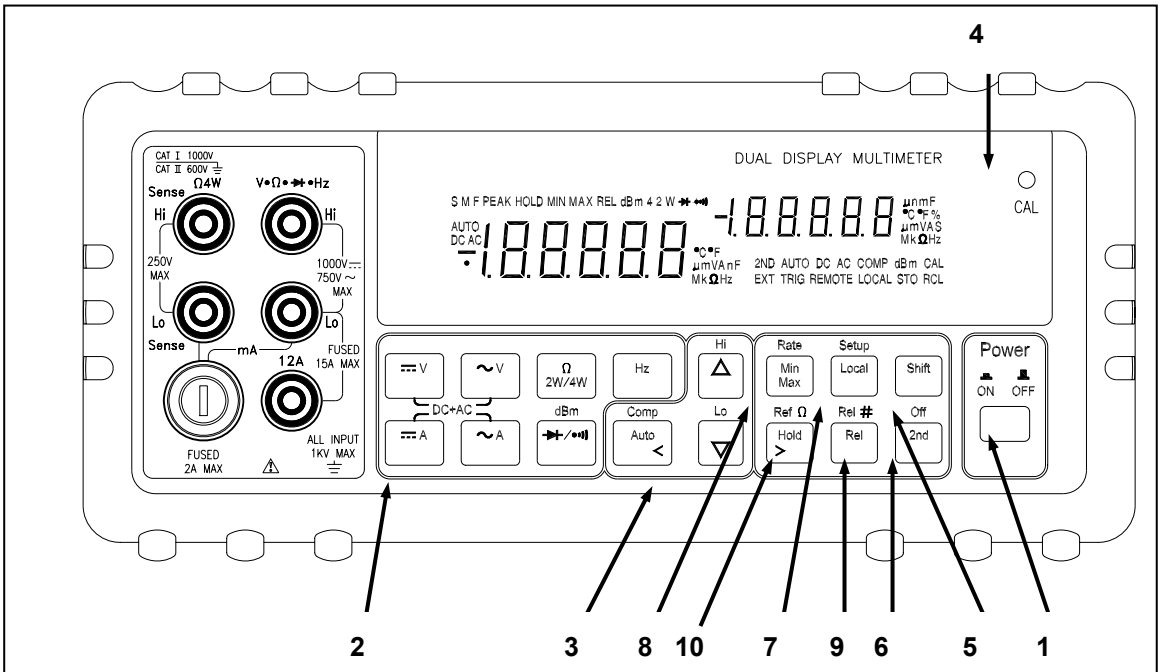
Tabelle 3: Vorgabemessfunktion beim Einschalten

3.6 Auswahl einer Messfunktion

Betätigen sie eine Funktionstaste wie in *Abb. 13* auf *Seite 3-35* dargestellt, um eine Messfunktion auszuwählen. Um die *AC+DC true RMS* Anzeige auszuwählen betätigen Sie gleichzeitig die Tasten [⎓V] und [~V] oder [⎓A] und [~A].

Die ausgewählte Messfunktion wird über ein entsprechendes Symbol in der Anzeige bestätigt. Ist die Sekundäranzeige aktiviert und das Symbol 2ND sichtbar, dann wird durch das nächste Betätigen einer Funktionstaste die Messfunktion für die Sekundäranzeige ausgewählt und der entsprechende Messwert dort dargestellt.

Eine Zusammenfassung der Messbereiche und Skalenwerte sind in *Tabelle 4* auf *Seite 3-36* und *Tabelle 5* auf *Seite 3-36* für langsame und mittlere/schnelle Messung dargestellt.



1. Netzschalter
2. Messfunktionen
3. Messbereich / Vergleich
4. Kalibriermodus
5. Shift-Taste
6. Sekundäranzeige
7. Local / Setup
8. Messrate
9. Arithmetische Funktionen
10. Hold / Referenz-Impedanz

Abb. 13: Tasten der Frontseite

Funktion	Messbereiche	Automatik
⎓V	120mV, 1.2V, 12V, 120V, 1000V	•
∼V, ⎓V+ ∼V	120mV, 1.2V, 12V, 120V, 750V	•
⎓A, ∼A, ⎓A + ∼A	12mA, 120mA, 1200mA (1)	•
⎓A, ∼A, ⎓A + ∼A	12A (2)	Nur manuell
3.6.1 Hz	1200Hz, 12kHz, 120kHz, 1MHz	•
2WΩ, 4WΩ (3)	120, 1.2k, 12k, 120k, 1.2M, 12M, 120M Ω	•
⊣◂·))	1.2V	Fester Bereich
·))	2W / 120 Ω (Durchgangsprüfung)	Fester Bereich

(1) 1200mA nur für 3145A.
(2) $10A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ kontinuierlich; $12A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ für maximal 30s.
(3) Um das das Rauschen, dass durch die Messleitungen hervorgerufen könnte zu minimieren, wird empfohlen für Widerstandsmessungen über 120kΩ geschirmte Messleitungen zu verwenden

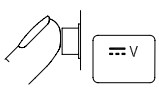
Tabelle 4: Messbereiche - Langsame Messung

3.6.2 Funktion	Messbereiche	Automatik
⎓V	400mV, 4V, 40V, 400V, 1000V	•
∼V, ⎓V+ ∼V	400mV, 4V, 40V, 400V, 750V	•
⎓A, ∼A, ⎓A + ∼A	40mA, 120mA, 1200mA (1)	•
⎓A, ∼A, ⎓A + ∼A	12A (2)	Nur manuell
3.6.3 Hz	1200Hz, 12kHz, 120kHz, 1MHz	•
2WΩ, 4WΩ (3)	400, 4k, 40k, 400k, 4M, 40M, 300M Ω	•
⊣◂·))	2.5V	Fester Bereich
·))	2WΩ / 120 Ω (Durchgangsprüfung)	Fester Bereich

(1) 1200mA nur für 3145A.
(2) $10A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ kontinuierlich; $12A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ für maximal 30s.
(3) Um das das Rauschen, dass durch die Messleitungen hervorgerufen könnte zu minimieren, wird empfohlen für Widerstandsmessungen über 120kΩ geschirmte Messleitungen zu verwenden

Tabelle 5: Messbereiche - Langsame Messung

Weitere Methoden zur Auswahl von Messfunktionen werden im Folgenden beschrieben:

-  zur Auswahl der Gleichspannungsmessung

-  zur Auswahl der Wechselspannungsmessung
-  zur Auswahl der Gelichstrommessung
-  zur Auswahl der Wechselstrommessung
-  zur Auswahl der Frequenzmessung
-  zum Wechsel zwischen Dioden- und Durchgangsprüfung
-  zum Wechsel zwischen2- und 4-Leiter Widerstandsmessung
-  und dann  zur Auswahl der dBm-Berechnung
-  ( und ) gleichzeitig zur Auswahl der DC+AC RMS Spannungs-Berechnung
-  ( und ) gleichzeitig zur Auswahl der DC+AC RMS Strom-Berechnung

3.7 Auswahl des Messbereichs ( ,  , und )

Die Einstellung des Messbereichs erfolgt mit Hilfe der Tasten ,  und  (siehe hierzu die auf *Seite*).

Die Messbereiche können entweder automatisch durch das Messgerät oder manuell durch den Anwender eingestellt werden.

Bei der dualen Anzeige sind die Messbereich der Primär- und der Sekundär-Anzeige identisch und können nicht unabhängig voneinander geändert werden. Dies gilt für die folgenden Messmodi: DC V/AC V, AC V/DC V, AC V/AC V, AC V+DC V/DC V, AC V+DC V/AC V, DC A/DC A, DC A/AC A, AC A/DC A, AC A/AC A, AC A+DC A/DC A und AC A+DC A/AC A.

3.7.1 Automatische Bereichswahl

Betätigen Sie die -Taste, um zwischen manueller und automatischer Bereichswahl umzuschalten. Bei automatischer Bereichswahl erscheint das Symbol AUTO in der Anzeige.

Bei der automatischen Bereichswahl stellt das Messgerät automatisch den nächsthöheren Messbereich ein, wenn das Eingangssignal größer als der maximale

Wert im aktuellen Bereich ist. Ist kein höherer Messbereich verfügbar, dann erscheint das Signal "OL" (Überlastung) in beiden Anzeigen.

Sinkt der Eingangswert auf weniger als 9.5% des aktuellen Messbereichs, so wählt das Messgerät automatisch den nächstkleineren Bereich.

3.7.2 Manuelle Bereichswahl

Betätigen Sie die [Auto <] -Taste um die manuelle Bereichswahl ein- und auszuschalten. Der aktuelle Messbereich wird beibehalten. In der manuellen Bereichswahl ändert sich der Messbereich auch dann nicht, wenn das Messsignal außerhalb liegt.

Betätigen Sie [Auto <] -Taste erneut und wieder zur automatischen Bereichswahl zurückzukehren. Die manuelle Bereichswahl kann sowohl für das Primär- als auch für das Sekundärdisplay verwendet werden.

3.7.3 Auswahl eines Messbereichs

Manuelle Auswahl des Messbereichs

-  [Auto <] zum Ein- und Ausschalten der manuellen Bereichswahl, oder

  [△] und [▽] um einen höheren oder niedrigeren Bereich direkt auszuwählen.

- Bei manueller Bereichswahl:

  [△] und [▽] um den gewünschten höheren oder niedrigeren Bereich auszuwählen.

3.8 Auswahl der Messrate

Das Messgerät führt die Messungen mit einer vom Anwender einstellbaren Rate durch: LANGSAM, MITTEL und SCHNELL. Diese Auswahl ermöglicht es entweder die Messgeschwindigkeit oder die Rauschunterdrückung zu optimieren (siehe Details in *Tabelle 6* auf *Seite 3-39*). In der Anzeige erscheint entsprechend ein Symbol: **S** für LANGSAM (engl. SLOW), **M** für Mittel und **F** für SCHNELL (engl. FAST).

-  [Shift] und dann [Rate Min Max] um die verschiedenen Messgeschwindigkeiten einzustellen.

 Durch jede Betätigung der obigen Tasten wird die nächste Messrate eingestellt: **S** → **M** → **F** → **S** → **M** → **F**, etc.

Messrate	Digits	Anzeigeumfang(1,2)	Messungen/s(3)
LNAGSAM (SLOW)	5 1/2	119'999	2
MITEL (MEDIUM)	4 1/2	39'999	5
SCHNELL (FAST)	3 1/2	3'999	20

(1) Im V_{DC} 1000V-Bereich ist der Anzeigeumfang auf entsprechend 1'200.00, 1'200.0 und 1'200 für langsame, mittlere und schnelle Messung beschränkt.
(2) Im V_{AC} 750V-Bereich kann 1'000V_{rms} angezeigt werden
(3) Siehe das *Kapitel 9.2.1* auf *Seite 9-121* für Details.

Tabelle 6: Messrate für Einzelmessungen

Hinweis: *Bei der dBm-Messfunktion ergibt sich einen Auflösung von 0.01dBm bei langsamer und mittlerer und 0.1dBm bei schneller Messrate.*

3.9 Auswahl der Sekundäranzeige

- Aktivierung der Sekundäranzeige

  2nd und dann eine Funktionstaste (⎓V, ~V, ⎓A, ~A und Hz) aktivieren die Sekundäranzeige.

 In der Anzeige erscheint das Symbol 2nd.

- Deaktivierung der Sekundäranzeige

  Shift und dann Off 2nd zur Deaktivierung der Sekundäranzeige.

 Das Symbol 2nd in der Anzeige erlischt und lediglich die Primäranzeig ist noch vorhanden.

- Kombinationen der beiden Anzeigen

 In der *Tabelle 7* auf *Seite 3-40* finden Sie möglich Kombinationen der Primär- und Sekundär-Anzeige im Dual-Anzeigenbetrieb.

Primär-Anzeige \ Sekundär-Anzeige	V_{DC}	V_{AC}	A_{DC}	A_{AC}	Hz
V_{DC}	•	•(1)	•	•	•
V_{AC} (4)	•(1)	•(1)	•	•	•
A_{DC} (4)	•	•	•(1)	•(1)	•(2)
A_{AC}	•	•	•(1)	•(1)	•(2)
$V_{AC} + V_{DC}$	•(1)	•(1)	•	•	•
$A_{AC} + A_{DC}$	•	•	•(1)	•(1)	•(2)
Hz	•	•	•(2)	•(2)	•
Ω (3)	•	•(5)	•	•(5)	•(5)

Primär-Anzeige \ Sekundär-Anzeige	V_{DC}	V_{AC}	A_{DC}	A_{AC}	Hz
⊣◀ ·))	•	•(5)	•	•(5)	•(5)
DBm (6)	•	•	•	•	•

(1) Bei automatischer Bereichswahl wird für beide Anzeigen der jeweils höhere notwendige Bereich verwendet. Der Bereich für beide Anzeigen ist gleich (automatische wie manuelle Bereichswahl).
(2) Die Frequenzanzeige bezieht sich auf die Strommessung, während alle anderen Anzeigen mit der Spannungsmessung zusammenhängen.
(3) Es wird emphohlen, Widerstände bis zu 1 MΩ im Dual-Anzeigenmodus zu messen.
(4) Bei Verwendung des 12A-Bereichs ist immer die manuelle Bereichswahl aktiv.
(5) Messbar, aber nicht spezifiziert.
(6) Immmer mit automatischer Bereichswahl.

Tabelle 7: Möglichkeiten der Dual-Anzeige

Hinweis: *Bei aktiver Dual-Anzeige reagiert das Messgerät mit einer Verzögerung von 0.6~1s auf Tasteneingaben. Es kann notwendig sein, eine Taste solange zu halten, bis das Messgerät auf die Eingaben reagiert hat.*

3.10 Setup-Modus

Im Setup-Modus kann die RS-232- (Standard) oder die IEEE-488-Schnittstelle (Option) sowie der Modus für das akustische Signal eingestellt werden. Um sicherzustellen, dass die Fernsteuerung über die Schnittstelle einwandfrei durchgeführt werden kann, müssen die folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

 Shift und dann Setup Local um den Setup-Modus für die Schnittstellen zu aktivieren.

 △ oder ▽ um den entsprechenden Menü-Punkt auszuwählen.

 Auto < oder Hold > um den entsprechenden Parameter des Menü-Punktes auszuwählen. Währenddessen blinkt der Parameter in der Primäranzeige.

 Shift um die zweite Menü-Ebene auszuwählen oder um den ausgewählten Parameter im Register zu speichern.

 Off 2nd zum Verlassen des Menüs oder um den Setup-Modus zu verlassen und damit alle im Register abgelegten Parameter im Speicher abzulegen.

Hinweis: *In der* Tabelle 8 *auf* Seite 3-41 *ist eine Menü-Übersicht gegeben. Einige dieser Menüpunkte stehen ohne installierte IEEE-488-Schnitstelle (Option) nicht zur Verfügung.*

Erste Menü-Ebene	Zweite Menü-Ebene
1. Auswahl des Fernsteuermodus (1)	
2. RS-232 Parameter	1. Baud Rate 2. Parity 3. Data Bit 4. Stop Bit 5. ECHO 6. Printer-Only
3. GPIB (IEEE-488) Parameter (1)	1. Address (1) 2. Talk (1)
4. Auswahl Akustik-Modus	
(1) Diese Punkte sind nur bei installierter IEEE-488 Schnittstelle verfügbar.	

Tabelle 8: Beschreibung des Setup-Menüs

In der *Tabelle 9* auf *Seite 3-41* sind die Vorgabewerte für die RS-232- (Standard) und die IEEE-488-Schnittstelle (Option) aufgeführt.

Menü-Punkt	Vorgabewert	Wählbare Parameter
Remote	RS-232	RS-232 or GPIB
Baud Rate	9600	9600, 4800, 2400, 1200, 600, and 300
Parity	None	None, Odd or Even
Data Bit	8	7 or 8
Stop Bit	1	1 or 2
ECHO	OFF	ON or OFF
Printer-Only	OFF	ON or OFF
Address	8	0 to 30
Talk	OFF	ON or OFF
Beeper (1)	ON	ON or OFF
(1) Der Akustik-Modus (Beeper) hat zwar nichts mit der Fernsteuerung zu tun, taucht hier aber auf, da es die Bedienung vereinfacht.		

Tabelle 9: Kommunikations-Parameter

3.11 Auswahl der Bedienung am Gerät



um von der Bedienung des Messgeräts via Schnittstelle wieder zu der Fronttastatur zurückzukehren.

3.12 Arithmetische Funktionen

3.12.1 Verwendung der dBm Funktion

Die dBm-Messung wird verwendet um eine Leistung per 1mW in einer Last von 600Ω in Dezibel umzurechnen. Sie kann nur für V_{DC}- und V_{AC}-Messungen verwendet werden. Die Umrechnung erfolgt mit Hilfe der folgenden Formel:

$$dBm = 10 \times \log_{10} (1'000 \times Messwert^2 / Referenz\text{-}Impedanz$$



und dann um den dBm-Modus für die V_{DC}- oder V_{AC}-Messung mit einer Referenzimpedanz von 600Ω ein- bzw. auszuschalten.

Das Messgerät zeigt den dBm-Wert in der Primär- und die Referenzimpedanz in der Sekundär-Anzeige an.

Durch Betätigen der Tasten △ und ▽ kann durch verschiedene Impedanzen geschaltet werden, wenn der entsprechende Auswahl-Modus aktiviert ist. Die ausgewählte Referenz-Impedanz wird in der Sekundäranzeige angezeigt.

Auswahl der Referenz-Impedanz



und dann um den Auswahlmodus für die Referenz-Impedanz ein- bzw. auszuschalten.

Die folgenden Werte für die Referenz-Impedanz können eingestellt werden:

8000Ω, 1200Ω, 1000Ω, 900Ω, 800Ω, 600Ω, 500Ω, 300Ω, 250Ω, 150Ω, 135Ω, 125Ω, 124Ω, 110Ω, 93Ω, 75Ω, 50Ω, 16Ω, 8Ω, 4Ω, 2Ω

Bei einer Referenz-Impedanz von 2, 4,8 und 16Ω wird der dBm-Wert in Watt (Leistung) angezeigt.

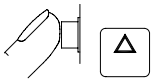
Funktionsweise

Möglichkeit 1:

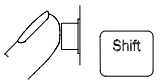


und dann 

so dass die derzeit eingestellte Referenz-Impedanz in der Sekundäranzeige erscheint.

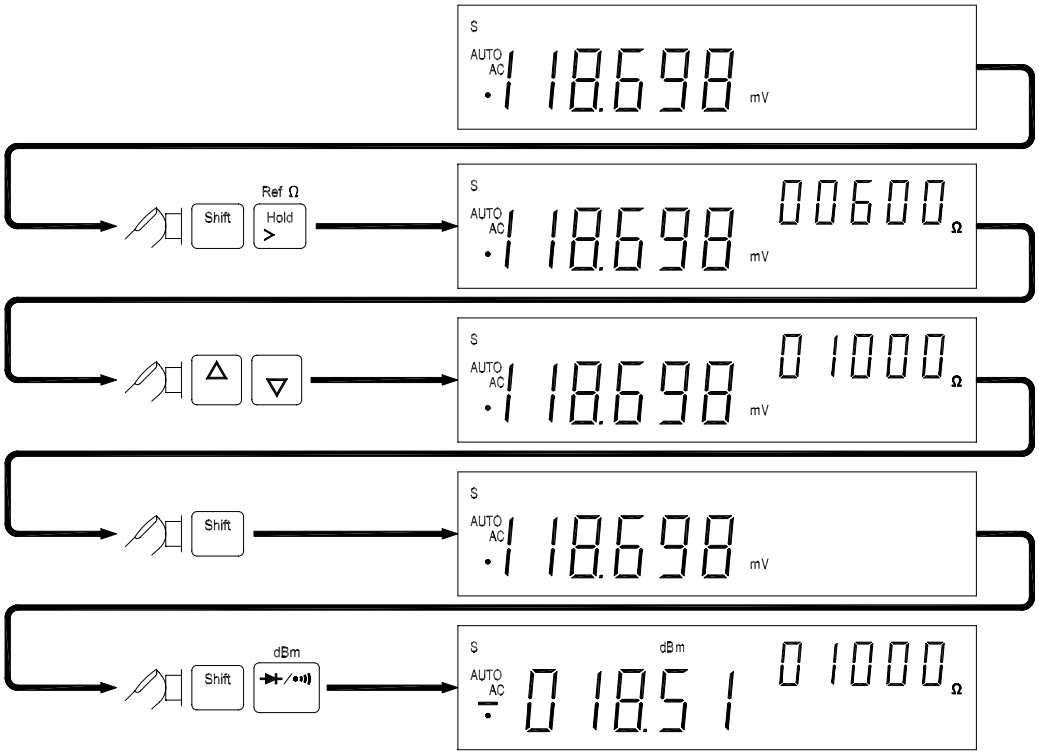


oder um den gewünschten Impedanz-Wert auszuwählen.



um den gewählten Wert zu speichern

Beispiel: Einstellen der Referenzimpedanz auf 1'000Ω



Möglichkeit 2:



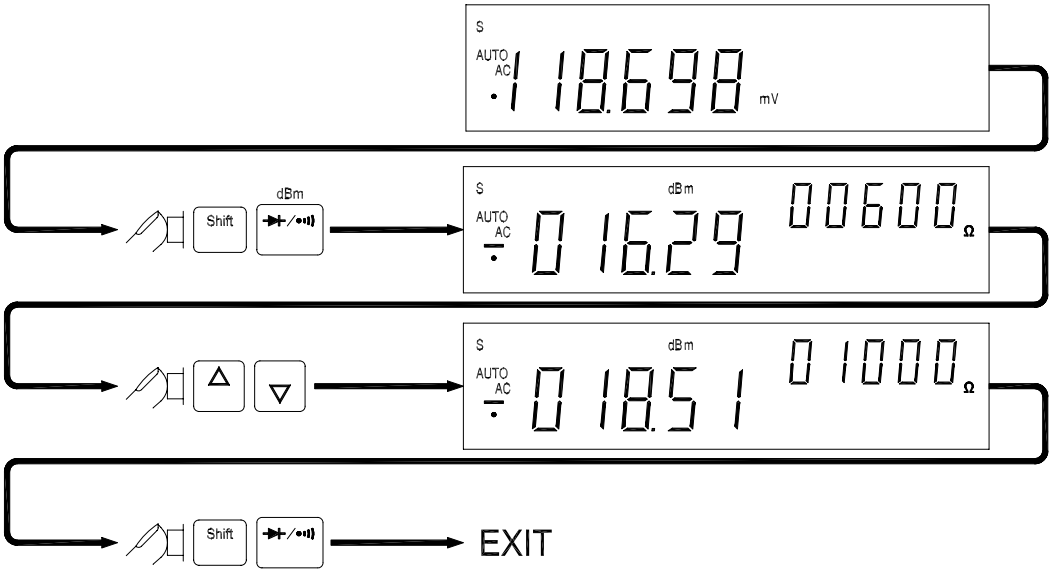
und dann 

um den dBm-Modus zu aktivieren.



oder 
um durch die möglichen Impedanzen zu wechseln

Beispiel



3.12.2 Dynamische Aufzeichnung mit MIN/MAX

Der MIN/MAX-Modus ermöglicht es dem Messgerät das Minimum und das Maximum in einem Messzeitraum aufzuzeichnen. **MIN** und **MAX** ist wie folgt definiert:

MIN: Minimaler Wert eines Mess- oder berechneten Signals

MAX: Maximaler Wert eines Mess- oder berechneten Signals

Wird **MAX** ausgewählt, so erscheint in der Anzeige der maximale bisher gemessene Wert und er ändert sich erst, falls ein noch größerer Wert gemessen wird.

Wird **MIN** ausgewählt, so erscheint in der Anzeige der minimale bisher gemessene Wert und er ändert sich erst, falls ein kleinerer Wert gemessen wird.

Wird **MINMAX** ausgewählt erscheint in der Anzeige wieder der gerade aktuell gemessene Wert.

Hinweis 1: Bei Aktivierung des MINMAX-Modus wechselt das Gerät in die manuelle Bereichswahl. Der aktuelle Bereich kann erst wieder geändert werden, wenn der MINMAX-Modus beendet wird.

Hinweis 2: Ist das akustische Signal aktive, so ertönt jedes Mal ein Signal, wenn ein neues Minimum oder Maximum gemessen und aufgezeichnet wurde.

Funktionsweise



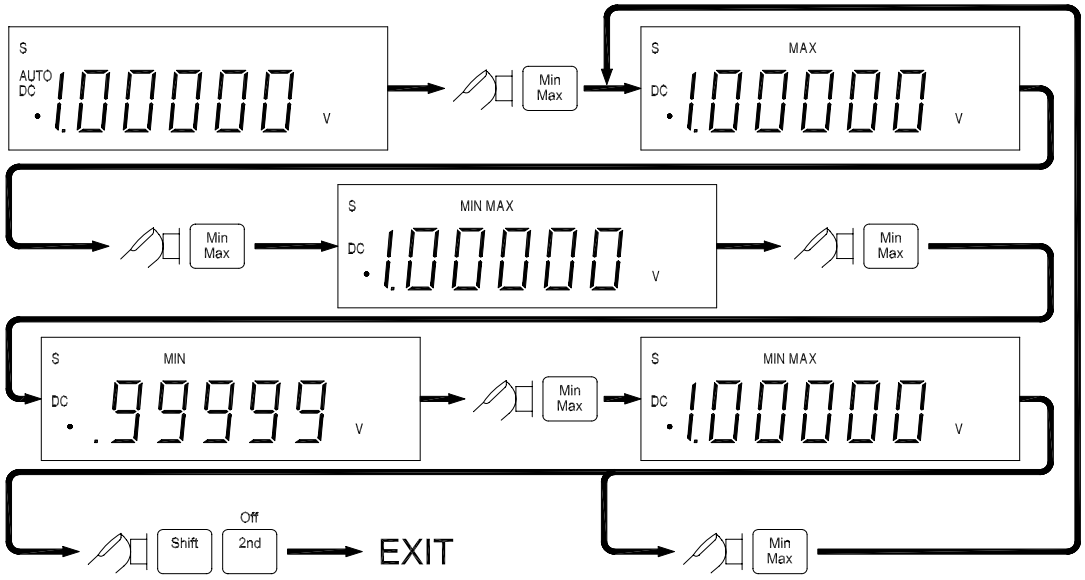
um den MINMAX-Modus zu aktivieren.

Weiteres Betätigen der Min Max -Taste wechselt den Modus gemäß der folgenden Sequenz: Max → MinMax → Min → MinMax → Max



um den MINMAX-Modus zu deaktivieren.

Beispiel:

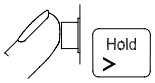


3.12.3 Anzeige-Speicher (HOLD)

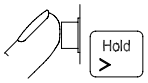
Die HOLD-Funktion erlaubt es den aktuellen Anzeigewert in der Anzeige zu speichern ("einzufrieren").

> Diese Funktion ist sehr hilfreich, wenn man den aktuellen Messwert durch Drücken der Taste HOLD halten möchte um ihn zum Beispiel einfacher ablesen und aufschreiben zu können.

Funktionsweise



um den HOLD-Modus zu aktivieren. In der Primär-Anzeige erscheint das Symbol HOLD.



um den HOLD-Modus wieder auszuschalten.

Hinweis: *Der HOLD-Modus kann auch für arithmetische Funktionen wie dBm, REL und MIN/MAX verwendet werden.*

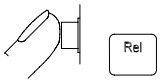
3.12.4 Relativ-Modus REL

Ist der Relativ-Modus aktiv wird in der Primär-Anzeige die Differenz zwischen dem Messwert und einem gespeicherten Referenzwert angezeigt. Die Definition des REL-Modus is wie folgt:

Anzeigewert = Messwert - Referenzwert

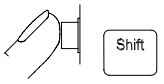
Hinweis: *Die Relativ-Funktion ist nur für die Primäranzeige verfügbar.*

Einstellen des Referenzwerts für den Relativ-Modus



um den Relativ-Modus zu aktivieren. Der aktuelle Messwert in der Primäranzeige wird automatisch als Referenzwert gespeichert. Die Primäranzeige geht dann auf Null und es erscheint das Symbol REL. Die Sekundäranzeige ist hiervon unbeeinflusst.

Bei aktiviertem Relativ-Modus:

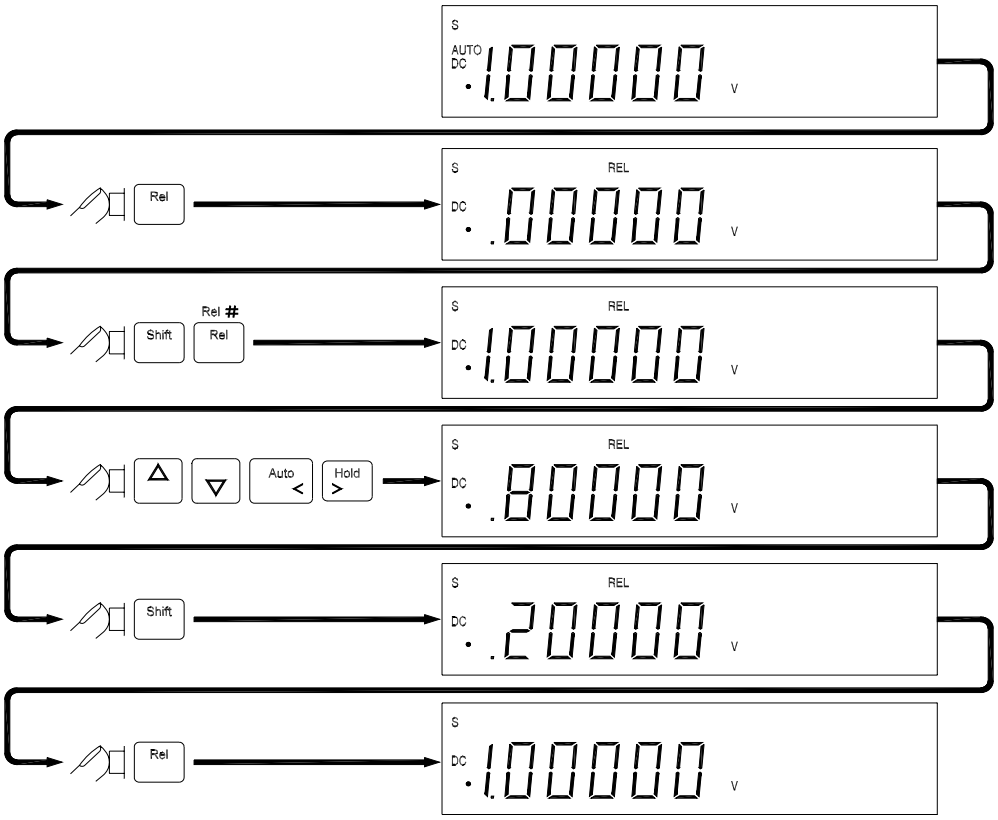


und dann um den Relativmodus ein- bzw. auszuschalten und den Referenzwert bei Aktivierung einzustellen. Das Symbol REL erscheint bei der Primäranzeige. Danach können die Tasten △, ▽, Auto <, Hold >, und Shift verwendet werden, um den Referenzwert zu ändern.

Rel erneut betätigen, um den REL-Modus wieder zu verlassen.

Beispiel

Aktivierung des Relativ-Modus für die V_{DC}-Messung.



3.12.5 Verwendung der Vergleichsfunktion COMP

Die Vergleichsfunktion COMP vergleicht den aktuellen Messwert mit einem voreingestellten oberen und unteren Grenzwert. Der Vergleich erfolgt mit reinen Zahlen ohne Berücksichtigung des Dezimalzeichens.

HI: Messwert > Oberer Grenzwert

LO: Messwert < Unterer Grenzwert

PASS: Oberer Grenzwert ≥ Messwert ≥ Unterer Grenzwert

Bei aktivierter COMP-Funktion wird der aktuelle Messwert in der Primäranzeige und das Vergleichsresultat als **HI**, **LO** oder **PASS** in der Sekundär-Anzeige angezeigt.

Funktionsweise

Shift und dann Comp Auto < um die COMP-Funktion zu aktivieren. Betätigen Sie Shift und dann noch einmal Comp Auto < um die COMP-Funktion wieder zu deaktivieren.

Einstellen der oberen und unteren Grenzwerte

Nutzen Sie die folgenden Anweisungen, um den oberen und den unteren Grenzwert für die COMP-Funktion festzulegen.

 Shift und dann Hi △ um den Einstellmodus für den oberen Grenzwert zu starten. Der aktuelle obere Grenzwert erscheint in der Primäranzeige.

 Auto <, △, ▽ oder Hold > um diesen Wert zu ändern.

 Shift um den geänderten Wert zu speichern.

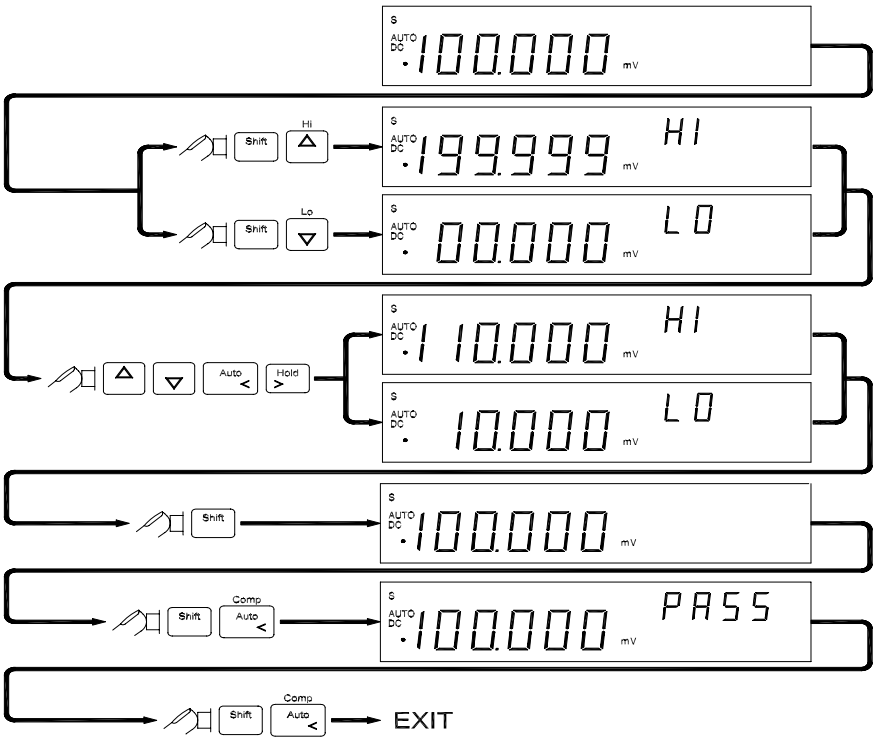
 Shift und dann Lo ▽ sowie die oberen Schritte zur Einstellung des unteren Grenzwerts.

Hinweis 1: *Nachdem der obere und untere Grenzwert eingestellt wurde, können Sie für alle Messbereiche verwendet werden. Allerdings bedeuten die (numerischen) Grenzwerte verschiedene Größen, je nach gewähltem Bereich.*

Hinweis 2: *Die COMP-Funktion kann auch für arithmetische Funktionen wie REL, MINMAX und dBm verwendet werden.*

Beispiel:

Einstellen der Vergleichswerte **HI**, **LO** und **PASS** für eine V_{DC}-Messung



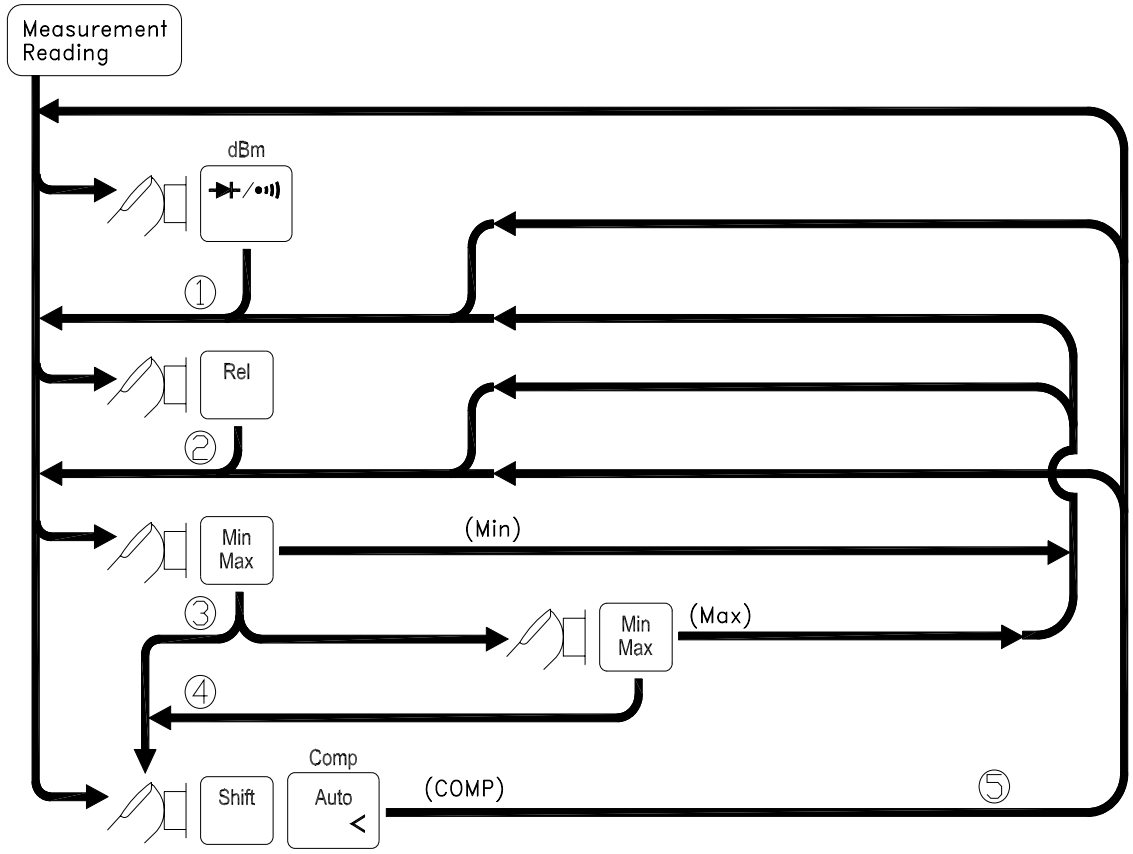
3.13 Kombination der arithmetischen Funktionen

Das Messgerät erlaubt es dem Benutzer verschiedene arithmetische Funktionen (dBm, REL, MINMAX, HOLD und COMP) zu kombinieren und simultan zu verwenden. Das Resultat einer arithmetischen Funktion kann mit einer Weiteren weiterverarbeitet werden.

Weitere Möglichkeiten sind in der *Tabelle 10* auf *Seite 3-50* aufgeführt.

Beispiel:

Im folgenden Beispiel wird die dBm-Funktion mit der Relativ-Messung und der dynamischen Aufzeichnung verknüpft. Durch Betätigen der [Rel]-Taste während der dBm-Messung wird ein Referenzwert-dBm-Wert für die folgenden Messungen im REL-Modus gespeichert und verwendet. Zusätzlich wird die dynamische Aufzeichnung des Maximums und des Minimums aktiviert. Die Sequenz für die Einstellung ist wie folgt:



Hinweis: *Arithmetische Funktionen sind nur für die Primäranzeige möglich.*

Arithmetische Funktion		Beschreibung	Ergebnis
1	dBm	Der Messwert wird in einen dBm-Wert umgerechnet	①
2	REL	dBm Resultat (①) wird als Basis für die REL-Messung verwendet	②
3	Min	Der Min-Wert der relativen dB-Messung wird als neue REL-Basis verwendet (②)	③
4	Max	Der Max-Wert der relativen dB-Messung wird als neue REL-Basis verwendet (②)	④
5	COMP	Ein Vergleich (COMP) wird basierend auf den Ergebnissen von ③ und ④ durchgeführt	⑤

Tabelle 10: Kombinierte arithmetische Funktionen

3.14 Kalibrations-Modus

⚠ VORSICHT

- Um eine Beschädigung der Kalibrier-Daten im nicht-flüchtigen Speicher des Messgeräts zu vermeiden, darf die Kalibrierung nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden.
- Die Garantie des Geräts erlischt, wenn das Siegel über der CAL-Taste auf der Frontseite des Geräts beschädigt ist oder fehlt.
- Für weitere Informationen wird auf das *Kapitel 5 Kalibrierung* des Messgeräts auf *Seite 5-59* verwiesen.

Das Messgerät verfügt über eine sogenannte "Close-Case-Calibration-Capability", d.h. es kann ohne interne Änderung (bei geschlossenem Gehäuse) kalibriert werden. Um den Kalibriermodus zu starten, drücken Sie die CAL-Taste auf der Frontseite des Geräts.

4 Beispiele für Messaufgaben

4.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden einige Eigenschaften und Anwendungen des Messgeräts beschrieben, um dem Anwender eine effektivere Nutzung zu ermöglichen. Der Anwender sollte mit den grundlegenden Messfunktionen aus den *Kapiteln 2 und 3* vertraut sein und ein Basiswissen in Elektronik mitbringen.

4.2 Anwendungen für die Dual-Anzeige

Die Dual-Anzeige ist eine nützlichsten Funktionen des Messgeräts. Sie bietet deutlich erweiterte Möglichkeiten der Messungen.

Einige Standard-Anwendungen der Dual-Anzeige sind in *Tabelle 11* auf *Seite 4-51* aufgeführt.

Primär-Anzeige	Sekundär-Anzeige	Anwendungen
V_{DC}	V_{AC}	• Prüfung eines AC/DC oder DC/AC Wandlers
$V_{AC} + V_{DC}$	V_{DC}	• Messung des DC-Anteils und AC-Rauschens eines Netzteils
V_{DC}	A_{DC}	• Prüfung der Lastregulierung eines Netzteils
V_{DC}	A_{AC}	• Prüfung des Stromkreises und des Spannungsabfalls
$A_{AC} + A_{DC}$	V_{DC}	• Prüfung Netzspannung- und Lastregelung
V_{AC}	A_{DC}	• Prüfung eines AC/DC oder DC/AC Wandlers
$A_{AC} + A_{DC}$	V_{AC}	• Messung des DC-Anteils und AC-Rauschens eines Netzteils
V_{AC}	A_{AC}	• Prüfung eines Transformators
V_{AC}	Hz	• Messung der AC Frequenz-Antwort eines Verstärkers
A_{AC}	Hz	• Einstellung einer Wechselstrommotor-Regelung
A_{DC}	A_{AC}	• Messung des DC-Anteils und AC-Rauschens eines Netzteils
$A_{AC} + A_{DC}$	A_{DC}	• Messung der Stromverteilung für eine Netzteil-Analyse
dBm	Referenz Ω	• Einstellen der dB Referenz und Anzeige von dBm
dBm	V_{DC}	• Anzeige V_{DC} und dBm
dBm	V_{AC}	• Anzeige V_{AC} und dBm
dBm	Hz	• Messen der Frequenz-Antwort

Tabelle 11: Typische Anwendungen der Dual-Anzeige

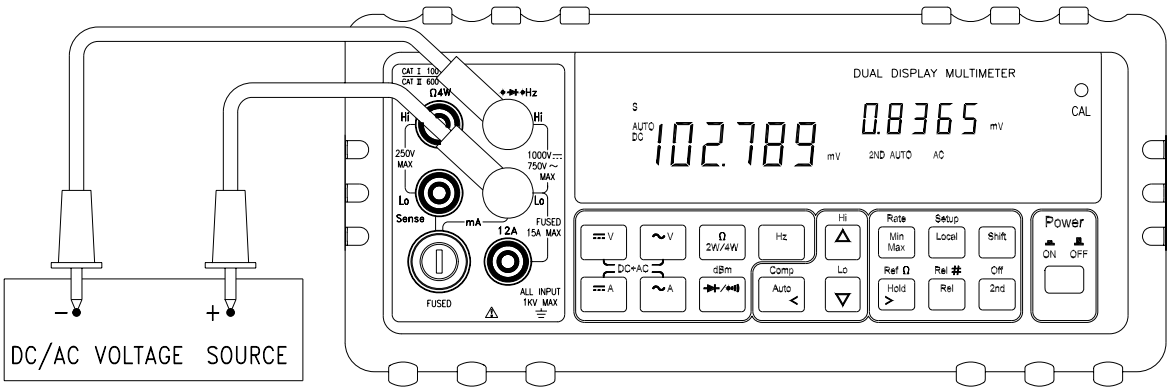
4.2.1 Beispiele für die Anwendung der Dual-Anzeige

Dieser Abschnitt beschreibt einige praktische Beispiele für Anwendungen der Dual-Anzeige.

4.2.1.1 Messung V_{DC} und V_{AC}-Rauschen eines Gleichrichters

Während des Tests eines Gleichrichters kann in der Primäranzeige V_{DC} und in der Sekundäranzeige das Rauschen V_{AC} in einer einzigen Messung dargestellt werden.

1. Schließen Sie das Messgerät an den zu messenden Gleichrichter an.



2.  um die V_{DC} Messfunktion in der Primäranzeige auszuwählen

3.  Auto <, △ oder ▽ um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Primäranzeige zu aktivieren

4.  2nd um das Symbol 2ND in der Sekundäranzeige einzuschalten

5.  ~V um die V_{AC}-Messfunktion für die Sekundäranzeige auszuwählen

6.  Auto <, △ oder ▽ um die automatische Bereichswahl für die Sekundäranzeige zu aktivieren

Hinweis 1: *Betätigen Sie die Taste* Shift *und dann* Off 2nd*, wenn Sie die Sekundäranzeige ausschalten möchten.*

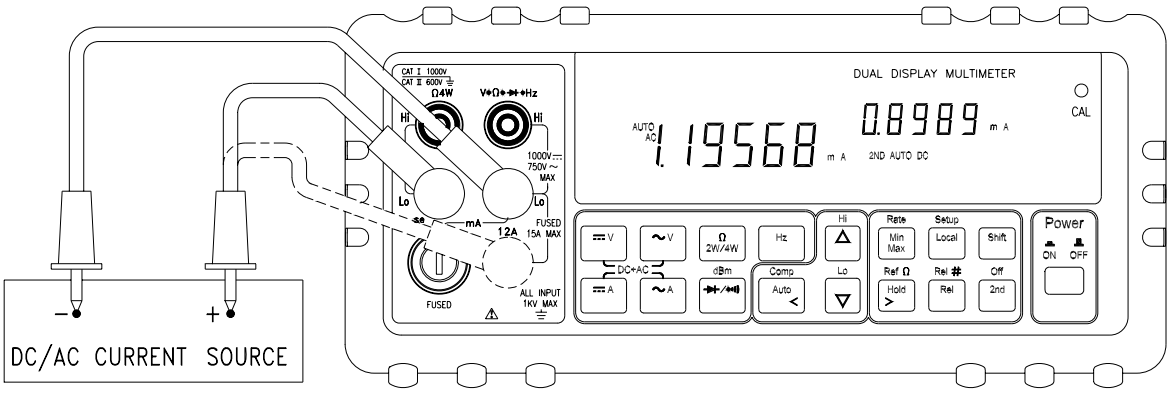
Hinweis 2: *Betätigen Sie die Taste* △ um einen brauchbaren Messbereich auszuwählen, falls der Wert von V_{DC} + V_{AC} über den aktuellen Bereich hinausgeht.

Hinweis 3: *Details für die Einstellmöglichkeiten der Sekundäranzeige finden Sie in Kapitel* 3.9 *auf Seite* 3-39*.*

4.2.1.2 Messung von A_{AC} und A_{DC} eines Gleichrichters

Während des Tests eines Gleichrichters kann in der Primäranzeige A_{DC} und in der Sekundäranzeige das Rauschen A_{AC} in einer einzigen Messung dargestellt werden.

1. Schließen Sie das Messgerät an den zu messenden Gleichrichter an.



2.  um die A_{AC} Messfunktion in der Primäranzeige auszuwählen

3.  Auto <, △ oder ▽ um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Primäranzeige zu aktivieren

4.  2nd um das Symbol 2ND in der Sekundäranzeige einzuschalten

5.  ⎓A um die A_{DC}-Messfunktion für die Sekundäranzeige auszuwählen

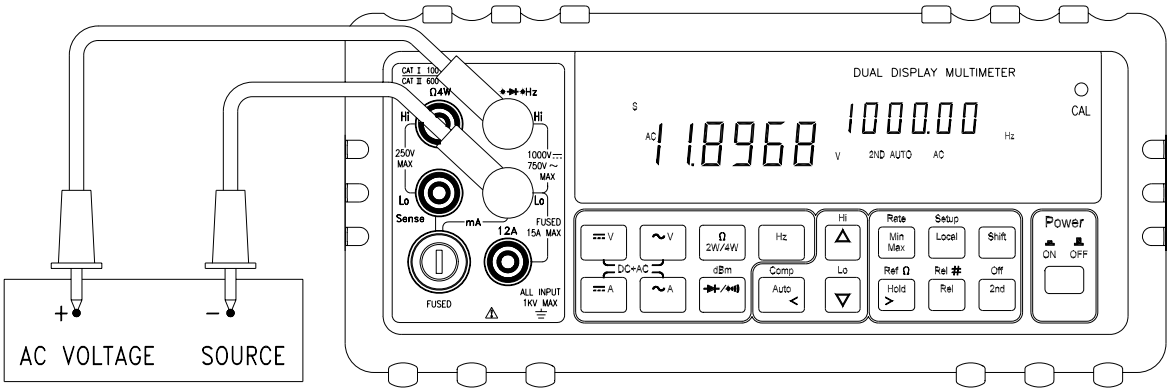
Hinweis 1: *Betätigen Sie die Taste* Shift *und dann* Off 2nd*, wenn Sie die Sekundäranzeige ausschalten möchten.*

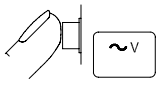
Hinweis 2: *Details für die Einstellmöglichkeiten der Sekundäranzeige finden Sie in Kapitel* 3.9 *auf Seite* 3-39*.*

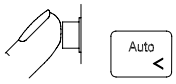
4.2.1.3 Messung von V_{AC} und Frequenz in einem Wechselstromkreis

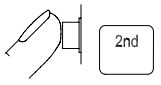
Während des Tests eines Wechselstromkreises oder eines Netzteils kann in der Primäranzeige V_{AC} und in der Sekundäranzeige die Frequenz in einer einzigen Messung dargestellt werden.

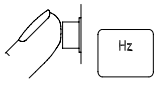
1. Schließen Sie das Messgerät an den zu messenden Stromkreis an.

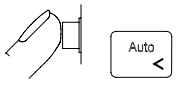


2.  um die V_{AC} Messfunktion in der Primäranzeige auszuwählen

3.  ,  oder  um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Primäranzeige zu aktivieren

4.  um das Symbol 2ND in der Sekundäranzeige einzuschalten

5.  um die Frequenz-Messfunktion (Hz) für die Sekundäranzeige auszuwählen

6.  ,  oder  um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Sekundäranzeige zu aktivieren

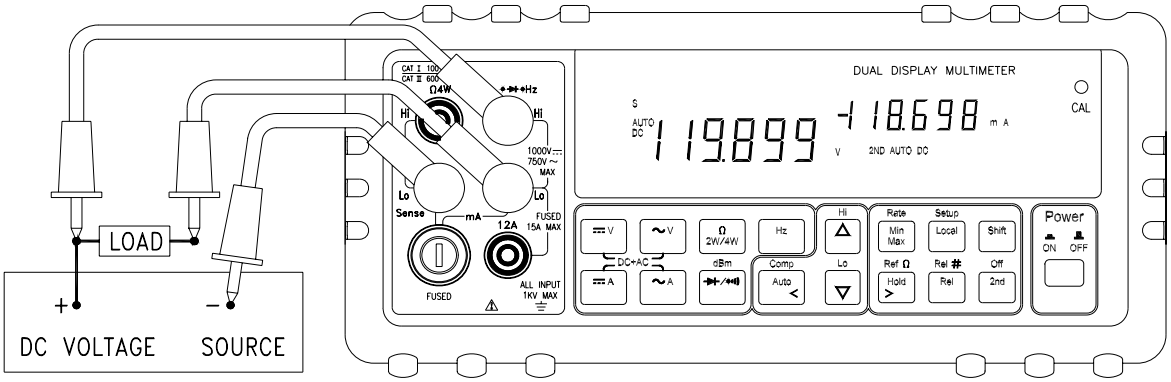
Hinweis 1: *Betätigen Sie die Taste*  *und dann*  *, wenn Sie die Sekundäranzeige ausschalten möchten.*

Hinweis 2: *Details für die Einstellmöglichkeiten der Sekundäranzeige finden Sie in Kapitel* 3.9 *auf Seite* 3-39*.*

4.2.1.4 Messung von V_{DC} und A_{DC} in einem Transistorkreis oder –last

Während des Tests eines Transistorkreises oder -last kann in der Primäranzeige V_{DC} und in der Sekundäranzeige die Frequenz in einer einzigen Messung dargestellt werden. Man kann dann H_{fe} oder die DC-Last mit Hilfe der Dual-Anzeige ausrechnen.

1. Schließen Sie das Messgerät an den zu messenden Stromkreis an.



WARNUNG

- Achten Sie auf die korrekte Auswahl der Eingangsbuchsen, abhängig vom benötigten Eingangsbereich.
- Um Schäden am Messgerät zu vermeiden, legen Sie keinen Strom von mehr als 12A an die **"12A"**-Buchsen an.

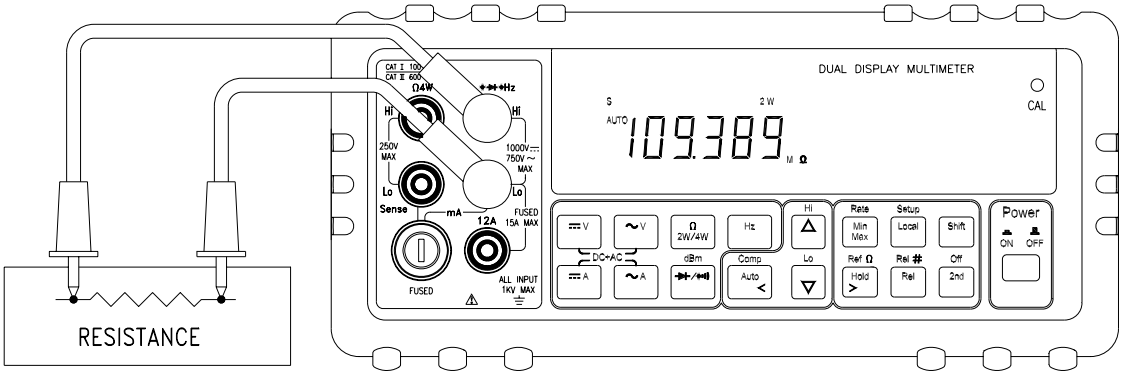
2. ~V um die V_{AC} Messfunktion in der Primäranzeige auszuwählen
3. Auto <, △ oder ▽ um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Primäranzeige zu aktivieren
4. 2nd um das Symbol 2ND in der Sekundäranzeige einzuschalten
5. Hz um die Frequenz-Messfunktion (Hz) für die Sekundäranzeige auszuwählen
6. Auto <, △ oder ▽ um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Sekundäranzeige zu aktivieren

Hinweis 1: *Betätigen Sie die Taste* Shift *und dann* Off 2nd*, wenn Sie die Sekundäranzeige ausschalten möchten.*

Hinweis 2: *Details für die Einstellmöglichkeiten der Sekundäranzeige finden Sie in Kapitel* 3.9 *auf Seite* 3-39*.*

4.2.1.5 Widerstandsmessung mit der 2-Leiter-Methode

1. Schließen Sie das Messgerät über V•Ω•Hz und Lo an den zu messenden Widerstand an.



WARNUNG

- Um Schäden am Messgerät zu vermeiden, legen Sie keine Spannung von mehr als $500V_{Spitze}$ an die ***V•Ω•Hz*** und ***Lo***-Buchsen an.

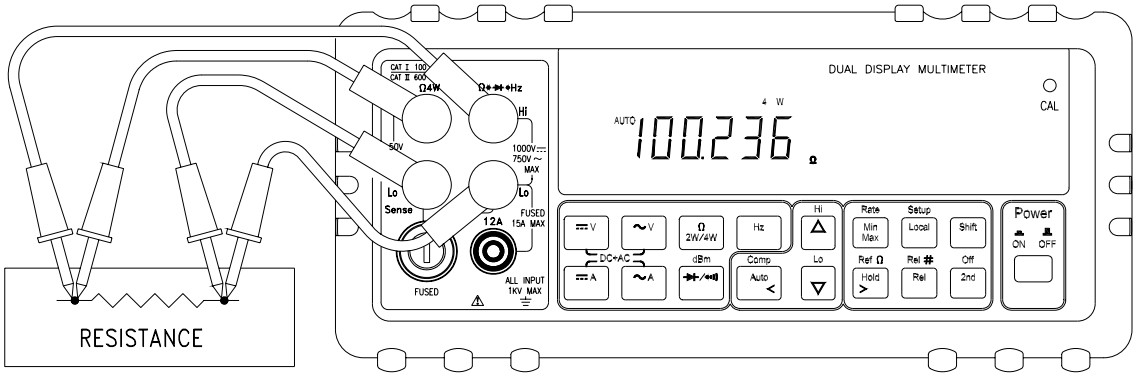
2. Ω 2W/4W um die 2-Leiter Ω-Messfunktion auszuwählen. Das Symbol 2W erscheint in der Primäranzeige

3. Auto <, △ oder ▽ um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Primäranzeige zu aktivieren

Hinweis 1: *Bei der Messung von kleinen Widerständen verwenden Sie die REL-Funktion, um den Messfehler, der durch den Leitungs- und Kontaktwiderstand (typisch 0.1 ~ 0.5Ω) hervorgerufen wird, zu reduzieren*

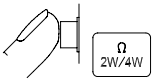
4.2.1.6 Widerstandsmessung mit der 4-Leiter-Methode

1. Um eine Ω-Messung mit der 4-Leiter-Methode vorzunehmen, verbinden Sie zuerst zwei Messleitungen mit den Buchsen V•Ω•Hz und Sense-Hi an einer Seite des Widerstands und dann zwei weitere Messleitungen an die Buchsen Lo und Sense-Lo und die andere Seite des Widerstands.



WARNUNG

- Um Schäden am Messgerät zu vermeiden, legen Sie keine Spannung von mehr als $250V_{Spitze}$ an die ***Sense Hi*** und ***Sense-Lo***-Buchsen und nicht mehr als $500V_{Spitze}$ an die ***V•Ω•Hz*** *und* ***Lo****-Buchsen* an.

2.  um die 4-Leiter Ω-Messfunktion zu aktivieren. Das Symbol 4W erscheint in der Primäranzeige.

3.  oder ▽ um die automatische oder manuelle Bereichswahl für die Primäranzeige zu aktivieren

4.2.1.7 Messung von True RMS AC+DC

Das Messgerät kann den Echeffektivwert (True RMS) von Wechselspannungen und –strömen bestimmen.

Wenn die Tasten [⎓V] und [~V] oder [⎓A] und [~A] gleichzeitig gedrückt werden, beginnt das Messgerät die DC- und AC-Werte abwechselnd zu messen und zeigt dann den Wert für True RMS AC+DC in der Anzeige an. Zur Berechnung wir folgende Formel verwendet:

$$(AC+DC)_{RMS} = \sqrt{DC^2 + AC^2}$$

Hinweis: *Wenn die (AC+DC)-Messung aktiviert ist, wir die V_{DC} Eingangsimpedanz zum AC-gekoppelten Spannungsteiler von 1.1MΩ parallel geschaltet.*

Beispiel:

Um das True RMS AC+DC Signal einer Messung zu berechnen nehmen wir die folgenden Wert an: für das AC-Signal eine $10V_{rms}$, 1kHz Sinuskurve, der DC Offset beträgt +5V. Der Anzeigewert wird ungefähr

$$\sqrt{(5V)^2 + (10V)^2} = \sqrt{125}V \approx 11.1803V$$

betragen.

5 Kalibrierung des Messgeräts

5.1 Einleitung

⚠ VORSICHT

- Um eine Beschädigung der Kalibrier-Daten im nicht-flüchtigen Speicher des Messgeräts zu vermeiden, darf die Kalibrierung nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden.
- Die Garantie des Geräts erlischt, wenn das Siegel über der CAL-Taste auf der Frontseite des Geräts beschädigt ist oder fehlt.
- Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren Fachhändler.

Es wird empfohlen, dass das Messgerät mindestens einmal pro Jahr überprüft und gegebenenfalls kalibriert wird, um eine einwandfreie und korrekte Funktion zu gewährleisten.

Das Messgerät verfügt über eine sogenannte "Close-Case-Calibration-Capability", d.h. es kann ohne interne Änderung (bei geschlossenem Gehäuse) kalibriert werden. Um den Kalibriermodus zu starten, drücken Sie die CAL-Taste auf der Frontseite des Geräts.

Das Gerät kann sowohl mit Hilfe der Tasten auf der Frontseite als auch über die RS-232-Schnittstelle kalibriert werden. Es erfordert jedoch die entsprechende Ausrüstung und soll nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden.

5.2 Umgebungsbedingungen

Die Kalibrierung muss unter Laborbedingungen bei einer Umgebungstemperatur von 19-26°C und einer relativen Luftfeuchte von weniger als 75%$_{RH}$ erfolgen.

5.3 Aufwärmen

Vor Beginn der Kalibrierung muss das Gerät 60 Minuten laufen und aufgewärmt werden. Befand sich das Gerät vorher in einer sehr feuchten Umgebung können bis zu 2 Stunden Aufwärmzeit erforderlich sein.

5.4 Empfohlene Testgeräte

Die Testgeräte in *Tabelle 12* auf *Seite 5-60* oder äquivalente Typen sind für die Kalibrierung erforderlich. Alternative Geräte können verwendet werden solange

gewährleistet ist, dass ihre Genauigkeit besser oder mindestens genauso gut wie bei den gelisteten Instrumenten ist.

Standard-Quelle	Operations-Bereiche	Erf. Genauigkeit	Empfohlene Geräte
V_{DC}-Kalibrator	Bereich, 0 ~ 1000V_{DC}	≤ ±0.002%	Fluke 5520A oder äquivalent
V_{AC}-Kalibrator	Bereich, 0 ~ 750V, 1kHz	≤ ±0.03%	Fluke 5520A oder äquivalent
A_{DC}-Kalibrator	10mA ~ 100mA	≤ ±0.01%	Fluke 5520A oder äquivalent
	1A ~ 10A	≤ ±0.03%	
A_{AC}-Kalibrator	10mA to 1000mA, 1kHz	≤ ±0.1%	Fluke 5520A oder äquivalent
	1A to 10A, 1kHz	≤ ±0.2 %	
Widerstands-Kalibrator	100Ω, 360Ω, 1kΩ, 3.6k, 10kΩ, 36kΩ, 100kΩ, 360kΩ, 1MΩ, 3.6MΩ	≤ ±0.01%	Fluke 5520A oder äquivalent
	10MΩ, 20MΩ,	≤ ±0.05%	Fluke 5520A oder äquivalent
	100MΩ, 200MΩ	≤ ±0.5%	
Audio-Generator	1V/1000Hz	≤ ±0.001%	Fluke 5520A oder äquivalent

Tabelle 12: Standard-Instrumente für die Kalibrierung

6 RS-232 Remote Operation

6.1 Introduction

Section 6 describes how to operate the meter via standard RS-232 interface. It also explains the detail information of all RS-232 interface command sets used in the meter. The remote control operation enables the user either to manually operate the meter via a terminal or executes a host computer program automatically.

6.2 RS-232 Interface Overview

The port serial contains of D-type 9-pin male connector on rear panel of the meter is used to communicate the meter with a host computer, or terminal via RS-232 standard interface. Figure 6-1 shows the RS-232 connecting diagram between the meter and a host computer.

RS-232 interface is a serial binary data interchange, which operates from 300 to 9600 baud rate And the distance between any two RS-232 interface can be extended up to 50 feet. RS-232 port of the meter is designed in full duplex, which makes the meter more reliable and efficient in data taking.

6.3 RS-232 Interface Parameters Set up

In order to operate the meter via a host computer or terminal, the parameters in RS-232 interface within the meter has to match the parameters in the serial interface provided by the host or terminal.

The following procedures will guide the user to set up RS-232 interface parameters within the meter to comply RS-232 interface with the host. The default settings of the meter at factory are 9600-baud rate, non-parity, 8 data bits, and 1 stop bit (9600, n, 8, 1).

Table 6-1 indicates the factory settings and user selectable communication parameters by using RS-232 interface.

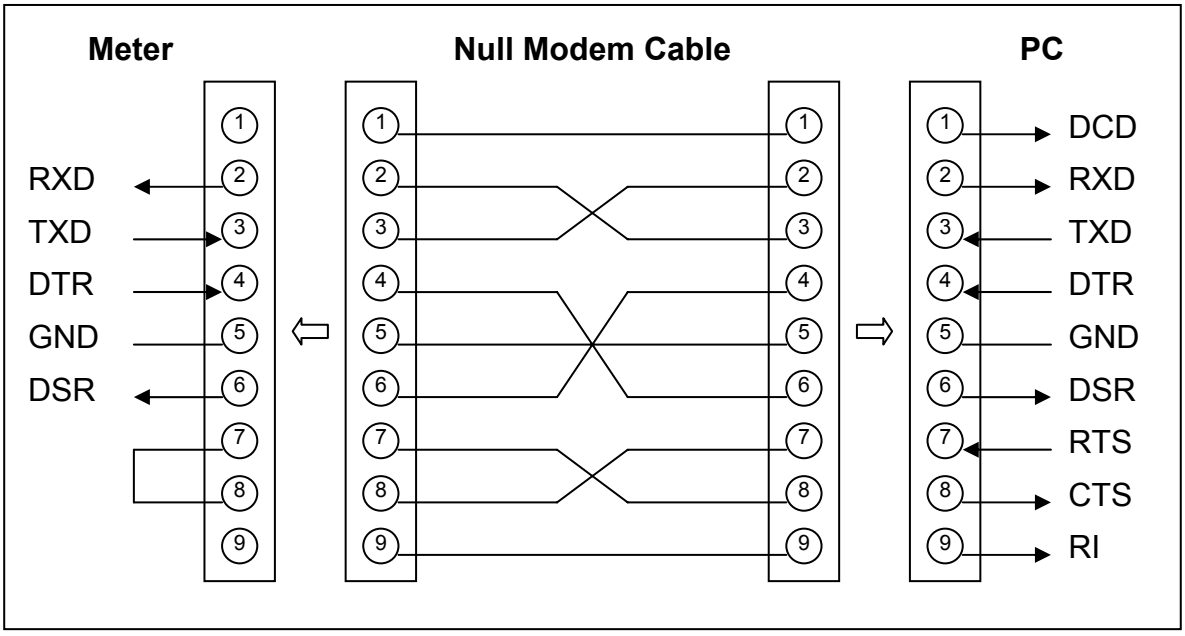


Abb. 14: RS-232 connecting diagrams between the meter and a PC

- **Set up Procedures for RS-232 Parameter**

 User may select computer interface and set RS-232 interface on Setup Mode. To ensure the remote interface will operate appropriately, user may need to configure the remote interface parameters. Please refer to operation procedures of Section 3-10 Entering Setup Mode.

Item	Parameter	Factory Setting	Selectable Parameter
1	Baud Rate	9600	9600, 4800, 2400, 1200, 600, and 300
2	Parity	None	None, Odd or Even
3	Data Bit	8	7 or 8
4	Stop Bit	1	1 or 2
5	ECHO	OFF	ON or OFF
6	Printer-Only	OFF	ON or OFF

Tabelle 13: RS-232 Interface Parameters

6.4 Using Commands

Note: All RS-232 commands must be entered in the upper case.

6.4.1 Types of Commands

The RS-232 commands are grouped in three types:

KEY commands, **SET** commands, and **QUERY** commands.

6.4.2 Key Commands

There are 16 pushbutton keys on the front panel of the meter. User may use the Key commands <**K1**> to <**K16**> for directly simulating a single keystroke by pressing on the front panel push button via RS-232 interface. User may also use other Key commands <**K17**> to <**K20**> for simulating combination keystroke functions (see complete Key commands description on Table 6-3). For example, user may use the following command sets to select the meter at Vdc 120V measurement range.

Step	Command	Equivalent Keystroke Response
1	<K1>	Select Vdc function
2	<K9>	Select one range up
3	<K9>	Select one more range up
4	<K9>	Select one more range up
5	<K9>	Select one more range up at 1000Vdc
6	<K10>	Select one range down to 120Vdc

This above operations will be more complicated and time consuming, but it would be convenient for special applications and make a virtual instrument application easier.

Please refer to Section 6-5-1 for detail information about Key Commands.

6.4.3 Set Commands

Unlike **Key** commends, **Set** command controls the meter operations through a string of commands. For example, to set the meter at Vdc

120V range, user may only need one command string <**S104**>:
<S> for setting, <**1>** for primary display,
<**0>** for Vdc function, <**4>** for 120V range.

Please refer to Section 6-5-2 for detail information about Set Commands.

6.4.4 Query Commands

The purpose of **Query** commands is used for requesting the meter to respond its current status. An example of a query command <**R1**> is used for requesting the meter to respond its primary display characters. Please refer to Section 6-5-3 for detail information about Query Commands.

6.4.5 Command Syntax

6.4.5.1 Echo

With echo ON, the meter echoes (returns) all the characters whatever it receives.

6.4.5.2 Terminator

A terminator is a character sent by a host, which identifies the end of a command string. In RS-232 applications, a valid terminator consists of two-byte data:
<CR> (Carriage Return) and <LF> (Line Feed)

6.4.6 Prompts

When a host sends a command string to the meter through RS-232 interface, the meter executes the command and returns one of the prompts as shown on Table 6-2.

Prompts	Description
＊ >	**The meter is reset to power-up initialisation status.**
= >	**A command is executed and no errors are detected.**
! >	**A command error is detected.**

Prompts	Description
? >	A parameter error is detected.
# >	The local key is pressed.
S >	The set up function is under executing.
@ >	No numeric reading is available.

Tabelle 14: RS-232 Return Prompts

6.4.7 Return result

After the meter executes a query command the return of the result will be in the following format:

<RESULT> + <CR> <LF> + <PROMPT> + <CR><LF>

If RS-232 of the meter is under print-only mode, the meter will print out the measured data when the measurement cycle is completed. The format of printed data will be shown as one of the following:

1. **<Measurement Data> + <CR> <LF>**
 for only primary display mode is enabled, or
2. **<Measurement Data #1>, <Measurement Data #2> + <CR> <LF>**
 for both primary display and secondary display mode are enabled

6.5 Instructions of Command Sets

6.5.1 Key Commands

Command	Equivalent Keystroke on the front panel
K1	Press Vdc key
K2	Press Adc key
K3	Press Vac key
K4	Press Aac key
K5	Press Ω key
K6	Press Diode key
K7	Press Hz key
K8	Press AUTO key

Command	Equivalent Keystroke on the front panel
K9	Press [△] key
K10	Press [▽] key
K11	Press [MinMax] key
K12	Press [Hold] key
K14	Press [REL] key
K15	Press [Shift] key
K16	Press [2nd] key.
K17	Press [Vdc] and [Vac] keys simultaneously
K18	Press [Adc] and [Aac] keys simultaneously
K19	Press [Shift] then [△] keys on the front panel. (Increasing the intensity of VFD display)
K20	Press [Shift] then [▽] keys on the front panel. (Decreasing the intensity of VFD display)

Tabelle 15: Descriptions for Key Commands

6.5.2 Set Commands

6.5.2.1 S1 command

The S1 command is used to set up the measurement functions, ranges, and reading rates for the primary display in the meter.

The S1 command is followed by three parameters ***<f>, <r>***, and ***<x>*** in order.

All characters for the ***<f>, <r>***, and ***<x>*** parameters must be in the upper case.

For detail information of using the S1 command, see Table 6-4 and Table 6-6.

Syntax	Description
S1<*f*><*r*><*x*>	In S1 command, <*f*>, <*r*>, and <*x*> parameters are used to set up the primary display measurements: <*f*> for specifying Measurement functions, <*r*> for specifying ranges, and <*x*> for specifying reading rate.
	<*f*> is a necessary parameter for specifying the measurement functions. <*f*> parameter is defined by a numeric value from "0" to "9" and character "A".
	<*r*> is an optional parameter for specifying measurement range. <*r*> parameter is defined by a numeric value from "0" to "7". If <*r*> parameter is omitted (<*x*> parameter should be omitted, too.) The meter will be set at auto-ranging.

Syntax	Description
	<*x*> is an optional parameter for specifying a reading rate. It is defined by a character "S", "M", or "F", in which "S" is for slow rate, "M" for medium rate, and "F" for fast rate **If <*x*> parameter is not specified, the meter will remain on its current reading rate without change.**
	Table 6-6 shows all available S1 command parameters and available combinations. **Example 1: "S104S" (<*f*>, <*r*> and <*x*> are all specified)** **Set primary display of the meter to DC V 120V with manual range and at slow reading rate.** **Example 2: "S142" (<*x*> is omitted)** **Set primary display to DC A 120mA with manual range, and the reading rate will not be affected.** **Example 3: "S17" (Both <*r*> and <*x*> are omitted)** **Set primary display to frequency with auto ranging and the reading rate will not be affected.**

Tabelle 16: Descriptions for S1 Command

6.5.2.2 S2 command

Command	Description
S2<*f*><*r*><*x*>	**In S2 command, <*f*>, <*r*>, and <*x*> parameters are used to set up the secondary display measurements:** **<*f*> for specifying Measurement functions, <*r*> for specifying ranges, and <*x*> for specifying reading rate.**
	<*f*> is a necessary parameter for specifying the measurement functions. <*f*> parameter is defined by a numeric value from "0" to "9" and character "A". **Because the secondary display can only display DC V, AC V, DC A, AC A, and Frequency (Hz) functions, therefore, the available parameters are "0", "1", "4", "5" and "7".**
	<*r*> is an optional parameter for specifying measurement range. The parameter value can be from "0" to "7". If <*r*> parameter is omitted, <*x*> parameter should be omitted, too. The meter is set to auto-ranging and will stay at the current reading rate.

Command	Description
	<*x*> is an optional parameter for specifying a reading rate. It is defined by a character "S", "M", or "F", in which "S" is for slow rate, "M" for medium rate, and "F" for fast rate **If <*x*> parameter is not specified, the meter will remain on its current reading rate without change.**
	Table 6-6 shows all available S2 command parameters and available combinations. **Example 1: "S204S" (<*f*>, <*r*> and <*x*> are all specified)** **Set secondary display of the meter to DC V 120V with manual range and at slow reading rate.** **Example 2: "S242" (<*x*> is omitted)** **Set secondary display to DC A 120mA with manual range and the reading rate will not be affected.** **Example 3: "S27" (Both <*r*> and <*x*> are omitted)** **Set secondary display to frequency with auto-ranging and the reading rate will not be affected.**

Tabelle 17: Descriptions for S2 Command

Parameter / Function	S1	S2	<*r*>	<*x*> =		
	<*f*>			*S (Slow)*	*M (Medium)*	*F (Fast)*
Vdc	0		0 1 2 3 4 5	Auto range 120mV 1.2V 12V 120V 1000V	Auto range 400mV 4V 40V 400V 1000V	
Vac	1		0 1 2 3 4 5	Auto range 120mV 1.2V 12V 120V 750V	Auto range 400mV 4V 40V 400V 750V	
Ω/2-wire	2	N/A (1)	0 1 2 3 4 5 6 7	Auto range 120Ω 1.2kΩ 12kΩ 120kΩ 1.2MΩ 12MΩ 120MΩ	Auto range 400Ω 4kΩ 40kΩ 400kΩ 4MΩ 40MΩ 300MΩ	
Ω/4-wire	3					
Adc	4		0 1	Auto range 12mA	Auto range 40mA	

Parameter / Function	S1	S2	<r>	<x> =		
	<f>			*S (Slow)*	*M (Medium)*	*F (Fast)*
Aac	**5**		**2** **3** **4**	**120mA** **1.2A** (2) **12A**	**120mA** **1.2A** (2) **12A**	
Diode	**6**	**N/A** (1)	**0** **1**	**Auto range** **1.2V**	**Auto range** **2.5V**	
Hz	**7**		**0** **1** **2** **3** **4**	**Auto range** **1200Hz** **12kHz** **120kHz** **1MHz**	**Auto range** **1200Hz** **12kHz** **120kHz** **1MHz**	
V (ac+dc)	**8**	**N/A** (1)	**0** **1** **2** **3** **4** **5**	**Auto range** **120mV** **1.2V** **12V** **120V** **750V**	**Auto range** **400mV** **4V** **40V** **400V** **750V**	
A (ac+dc)	**9**	**N/A** (1)	**0** **1** **2** **3** **4**	**Auto range** **12mA** **120mA** **1.2A** (2) **12A**	**Auto range** **40mA** **120mA** **1.2A** (2) **12A**	
Continuity (Ω/2-wire)	**A**	**N/A** (1)	**0** **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7**	**120Ω** **120Ω** **1.2kΩ** **12kΩ** **120kΩ** **1.2MΩ** **12MΩ** **120MΩ**	**400Ω** **400Ω** **4kΩ** **40kΩ** **400kΩ** **4MΩ** **40MΩ** **300MΩ**	

(1) Not Applicable
(2) For Model-A only

Tabelle 18: S1, S2 Commands and <f>, <r>, <x> Parameters

Syntax	Description
SH<*s*><*nnnnnn*>	**SH command is used to set high limit in counts for compare function.** **<*s*> is a sign symbol for the high limit, can be set as "+" or "-".** **<*nnnnnn*> is a six-digit decimal number from "000000" to "199999".**

Tabelle 19: Descriptions for SH Command

Example: “SH+102345”

Rate	Range	High limit to be
Slow	**120.000 V**	**+102.345V**
Medium	**400.00V**	**+1023.45V**
Fast *1	**400.0V**	**+1023.4 V**

Notes:

1. The least setting digit is blank on the display of meter, but it still uses to compare function. To set least setting digit to “0” for fast mode as necessary.

Syntax	Description
SL<*s*><*nnnnnn*>	**SL command is used to set the low limit in counts for compare (COMP) function.** **<*s*> is a sign symbol “+” or “-“.** **<*nnnnnn*> is a six-digit decimal number from “000000” to “199999”.**

Tabelle 20: Descriptions for SL Command

Example: “SL-098765”

Rate	Range	Low limit to be
Slow	**120.000 V**	**- 98.765V**
Medium	**400.00V**	**- 987.65V**
Fast *1	**400.0V**	**- 987.6 V**

Notes:

1. The least setting digit is blank on the display of meter, but it still uses to compare function. To set least setting digit to “0” for fast mode as necessary.

Syntax	Description
SR<*s*><*nnnnnn*>	**SR command is used to set the relative base for relative function.** **<*s*> is a sign symbol “+” or “-“.** **<*nnnnnn*> is a six-digit number from “000000” to “199999”.**

Tabelle 21: Descriptions for SR Command

Example: "SR+001000"

Rate	Range	Relative base modifier to be
Slow	**120.000 V**	**+1.000V**
Medium	**400.00V**	**+10.00V**
Fast *1	**400.0V**	**+10.0 V**

Notes:

The least setting digit is blank on the display of meter, but it still uses to relative base. To set least setting digit to "0" for fast mode as necessary.

Syntax	Description
SO<*nn*>	**SO<*nn*> command is used to select the reference impedance for dBm calculation.** **<*nn*> is a two-digit decimal numeric number from "00" to "20", representing 21 different types of reference impedance.** **Example: Command string "SO15" to set reference impedance at 600Ω.**

nn	Impedance	*nn*	Impedance	*nn*	Impedance
00	**2Ω**	**07**	**110Ω**	**14**	**500Ω**
01	**4Ω**	**08**	**124Ω**	**15**	**600Ω**
02	**8Ω**	**09**	**125Ω**	**16**	**800Ω**
03	**16Ω**	**10**	**135Ω**	**17**	**900Ω**
04	**50Ω**	**11**	**150Ω**	**18**	**1000Ω**
05	**75Ω**	**12**	**250Ω**	**19**	**1200Ω**
06	**93Ω**	**13**	**300Ω**	**20**	**8000Ω**

Tabelle 22: Descriptions for SO Command

6.5.3 Query Commands

6.5.3.1 R0 command

R0 command is used for requesting the meter to return its current status.

The meter will then respond the following 10-digit character string to the host after receiving the R0 command: ***<h_1h_2><g_1g_2><v><x><f_1><r_1><f_1><r_1>***

For detail information of using R0 command, please refer to Table 6-11 and Table 6-12.

Syntax	Response Description
R0	**R0 command is used to read the status of the meter.** **The meter will respond the following character string:** ***<h_1h_2><g_1g_2><v><x><f_1><r_1><f_2><r_2>***
Response	**Description**
<h_1h_2>	***<h_1h_2>* is a two-digit hex number; each digit contains 4-bit binary codes (Bit 7-4 and Bit 3-0 respectively) to represent eight types of status about the meter.** ***<h_1>* and *<h_2>* representations are described as follows.** ***<h_1>* indicates the results of compare (COMP) function and whether the meter is operating in a dual display mode;** ***<h_2>* represents the ON/OFF status for other four types of arithmetic function.** **Example: If *<h_1h_2> contains* a character string "82", convert it to an 8-bit binary format "10000010" that means the meter is in Single display mode, compare function is ON, and the result of compare is Pass.**

<h_1h_2>	Bit	Status	0	1
<h_1>	7	Compare mode	off	on
	6	Relative mode	off	on
	5	dB mode	off	on
	4	dBm mode	off	on
<h_2>	3	Display Mode	Single	Dual
	2	Compare Result	x	Hi
	1		x	Pass
	0		x	Lo

Tabelle 23: Descriptions for R0 Command and Response

<table>
<tr><th>Response</th><th>Description</th></tr>
<tr><td><g₁g₂></td><td>
<g₁g₂> is a two-digit hex number; each digit contains 4-bit binary codes (Bit 7-4 and Bit 3-0) respectively to represent eight types of status about the meter.

<g₁> indicates the status for four types of meter operation;

<g₂> indicates the ON/OFF status for other four types of meter operation,

Example: If <h₁h₂> contains a character string “18”, convert it to an 8-bit binary code “00011000” that means the meter is under Auto-ranging for Primary Display (1st Auto-Ranging) and the reading is on hold.
<table>
<tr><th><g₁g₂></th><th>Bit</th><th>Status</th><th>0</th><th>1</th></tr>
<tr><td rowspan="4"><g₁></td><td>7</td><td>CAL Mode</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td>6</td><td>2nd Function</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Shift Key</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Hold Reading</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td rowspan="4"><g₂></td><td>3</td><td>1st Auto-Ranging</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2nd Auto-Ranging</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td>1</td><td>MIN Recording</td><td>off</td><td>on</td></tr>
<tr><td>0</td><td>MAX Recording</td><td>off</td><td>on</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td><v></td><td>
<v> is a single numeric numbers “0”, “1”, “2”, or “3” used for representing the intensity level of VFD display on the meter.
<table>
<tr><th><v></th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr>
<tr><td>Intensity Level</td><td>50%</td><td>60%</td><td>75%</td><td>100%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td><x></td><td><x> indicates the status of reading rate of the meter. This character may contain one of three different characters “S,M, or F”, in which “S” represents for slow rate, “M” for medium rate, and “F” for fast rate.</td></tr>
<tr><td><f₁><r₁>
and
<f₂><r₂></td><td>
<f₁> indicates the measurement function in primary display. It contains numeric value from “0” to “9” and character “A”.

<r₁> is primary display measurement range The value is from “1” to “7”. Please refer to Table 6-11 for an available value.

<f₂> and <r₂> are similar to <f₁> and <r₁> but representing the secondary display status instead. If the meter is operated under single display mode, <f₂> and <r₂> will not be returned.

For detail information of interpreting the < f₁><r₁> and <f₂><r₂>, please refer to Table 6-12.
</td></tr>
</table>

Tabelle 24: Descriptions for R0 Command and Response (cont’d)

Function	<f_1>=	<f_2>=	<r_1> *or* <r_2>=	Range		
				Sow Rate	Med. Rate	Fast Rate
Vdc	0		1 2 3 4 5	120mV 1.2V 12V 120V 1000V	400mV 4V 40V 400V 1000V	
Vac	1		1 2 3 4 5	120mV 1.2V 12V 120V 750V	400mV 4V 40V 400V 750V	
Ω/2-wire	2	N/A (1)	1 2 3 4 5 6 7	120Ω 1.2kΩ 12kΩ 120kΩ 1.2MΩ 12MΩ 120MΩ	400Ω 4kΩ 40kΩ 400kΩ 4MΩ 40MΩ 300MΩ	
Ω/4-wire	3					
Adc	4		1 2 3 4	12mA 120mA 1.2A (2) 12A	40mA 120mA 1.2A (2) 12A	
Aac	5					
Diode	6	N/A (1)	1	1.2V	2.5V	
Hz	7		1 2 3 4	1200Hz 12kHz 120kHz 1MHz	1200Hz 12kHz 120kHz 1MHz	
V (ac+dc)	8	N/A (1)	1 2 3 4 5	120mV 1.2V 12V 120V 750V	400mV 4V 40V 400V 750V	
A (ac+dc)	9	N/A (1)	1 2 3 4	12mA 120mA 1.2A (2) 12A	40mA 120mA 1.2A (2) 12A	

Continuity (Ω/2-wire)	**A**	**N/A (1)**	**1** **2** **3** **4** **5** **6** **7**	**120Ω** **1.2kΩ** **12kΩ** **120kΩ** **1.2MΩ** **12MΩ** **120MΩ**	**400Ω** **4kΩ** **40kΩ** **400kΩ** **4MΩ** **40MΩ** **300MΩ**
(1) Not Applicable **(2) For Model-A only**					

Tabelle 25: <f1><r1> and <f2><r2> Response for R0 Command

6.5.3.2 R1 command

After executing R1 command, the meter will return the current readings in its primary display.
For example, a returned character string “+110.234E+0” represents the primary display reading is “+110.234” when the meter executes R1 command.

6.5.3.3 R2 command

After executing R2 command, the meter will return the current readings in its secondary display.

For example, a returned character string “-03.0000E+0” representing the primary display reading is “–3.0000” when the meter executes R2 command.

If the meter is operating under primary display mode, it will return a character “**@>**”.

6.5.3.4 RALL command

RALL command is a combination of **R0, R1** and **R2**. The meter will return the meter status, primary display readings, and secondary display readings in sequence.

For information regarding **R0, R1,** and **R2,** please see Table 6-11 and Table 6-12.

6.5.3.5 RST command

RST command can reset the meter to its power up initialization status without shutting down the line power. It is useful to refresh the meter in warm-start. Recommend waiting 4 seconds to run the next command.

6.5.3.6 RV command

RV command is used to read the firmware version and model type of the meter (Model-A or Model-B).

The syntax of returned character string is specified by ***<v x.xx>, <m>***. It contains two parts of character string separated by a comma ***(,)*** in between.

<v x.xx> represents the current firmware version, and

<m> represents the model name:

<m> =6 for Model-A,

<m> =5 for Model-B.

For example, a returned character string “v1.00, 5” represents Model-B installed with firmware version “v1.00”.

6.6 Beispielprgramme Fernsteuerung über RS-232

6.7 Verwendung von Quick BASIC

```
DECLARE FUNCTION TKDATA! ()
DECLARE SUB TKECHO ()
'DEMO.BAS          - Diese Programm aktiviert die VDC-Messung in der Primäranzeige
'                  - und die VAC-Messung in der Sekundäranzeige
'                  - Die Ergebnisse der Messung erscheinen auf dem PC Bildschirm
'                  - Benötigt MS-DOS QBasic 1.1, Microsoft Quick BASIC 4.5
'Hinweis:          - Bei Verwendung dieses Programms müssen Parameter der
'                  - RS-232-Schnittstelle auf die folgenden Werte eingestellt werden:
'                  - 1. BAUD 9600
'                  - 2. DATA 8 BIT
'                  - 3. PRITY NONE
'                  - 4. STOP 1BIT
'                  - 5. ECHO OFF
'                  - 6. PRINT OFF
'                  - Dieses Programm verwendet zur Kommunikation den COM1 Port
'                  - Version 1.2 (modifziert von CC Tung. May-31, 2002)

OPEN "COM1:9600,N,8,1,CD,CS,DS" FOR RANDOM AS #1
' Öffnen des COM1 Ports für die Kommunikation. 9600 baud, no parity, 8 data bits, 1 stop bit,
' ignorieren des Data Carrier Detect (DCD), 'des Clear To Send (CTS),
' und des Data Set Ready (DSR) Signals

CMD$ = "RST"       'Zurücksetzen des Messgeräts.
PRINT #1, CMD$     'Senden des Befehls zum Messgerät.

TKECHO             'Warten "=>" und prüfen, ob der Befehl ordnungsgemäß ausgeführt wurde.
TKECHO             'Warten "*>" um sicher zu sein, das das Gerät eingeschaltet ist.

CMD$ = "S101"      'Einstellen der Primäranzeige auf VDC, mV Bereich.
PRINT #1, CMD$     'Senden des Befehls zum Messgerät.

TKECHO             'Warten "=>" und prüfen, ob der Befehl ordnungsgemäß ausgeführt wurde.

CMD$ = "S211"      'Einstellen der Sekundäranzeige auf VAC, mV Bereich.
PRINT #1, CMD$     'Senden des Befehls zum Messgerät.

TKECHO             'Warten "=>" und prüfen, ob der Befehl ordnungsgemäß ausgeführt wurde.

SLEEP 3            'Warten für 3 Sekunden.

CMD$ = "R1"        'Auslesen der Primäranzeige
PRINT #1, CMD$     'Senden des Befehls zum Messgerät.

PRINT TKDATA; "V,";        'Anzeigen des Messwerts auf dem PC Bildschirm.
TKECHO             'Warten "=>" und prüfen, ob der Befehl ordnungsgemäß ausgeführt wurde.

CMD$ = "R2"        'Auslesen der Sekundäranzeige
PRINT #1, CMD$     'Senden des Befehls zum Messgerät.

PRINT TKDATA; "V,";        'Anzeigen des Messwerts auf dem PC Bildschirm.
TKECHO             'Warten "=>" und prüfen, ob der Befehl ordnungsgemäß ausgeführt wurde.
```

```
CLOSE #1                'Schließen des COM1 Ports.
END                     'Ende des Programms.
```

```
FUNCTION TKDATA
LINE INPUT #1, RD$                          'Auslesen von COM1.
TKDATA = VAL(RD$)                           'Umwandeln der Zeichenkette in eine Zahl,
                                            'Rückgabe des Wertes an das
                                            'Hauptprogramm.
END FUNCTION


SUB TKECHO
LINE INPUT #1, PROMPT$                      'Einlesen einer Zeichnkette von COM1.
                                            'Prüfen ob 'PROMPT$=<LF>+"=>"
PROMPT$ = RIGHT$(PROMPT$, 2)                'Entfernen von <LF>

IF PROMPT$ <> "=>" AND PROMPT$ <> "*>" THEN 'Wenn nicht erfolgreich, dann ...
    LOCATE 24, 1                            'Einstellen der Anzeigeposition auf
                                            'Reihe 1/Spalte 1
    PRINT "COMMAND EXECUTE ERROR !"         'Ausdrucken einer Fehlermeldung.
END IF
END SUB
```

6.8 Verwendung von Turbo C

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#define COM1 0x3f8
#define COM2 0x2f8
#define COM3 0x3e8
#define COM4 0x2e8
#define RS232 COM1

void init_rs232(void);
void send(char);
char read(void);
void send_buffer(char*);
void tkecho(char*);
char* tkdata(char*);
int scan_key(void);
int err;

void main(void)

{

char buffer[35];

clrscr();                                   //Clear screen
init_rs232();                               //Initial RS232 interface
printf("Initial RS232....\n");              //Print "Initial RS232...."on screen

send_buffer("RST\015\n");                   //Send “RST” to meter.
tkecho("=>\015\n");          //'Waiting "=>" and checking if the command is executed successfully.

tkecho("*>\015\n")                  //Waiting "*>" to make sure the meter is in power on initial state.
send_buffer("S101\015\n");                  //Send “S101” to meter.

tkecho("=>\015\n");          //'Waiting "=>" and checking if the command is executed successfully.

send_buffer("S211\015\n")                   //Send “S101” to meter..

tkecho("=>\015\n");          //'Waiting "=>" and checking if the command is executed successfully.

sleep(3);                                   // Wait for 3 seconds.

send_buffer("R1\015\n");                    //Send “R1” to meter. Read primary display reading.

printf("%s",tkdata(buffer));                //Print primary display reading on computer screen.

tkecho("=>\015\n");          //'Waiting "=>" and checking if the command is executed successfully.

send_buffer("R2\015\n");                    //Send “R2” to meter. Read primary reading.

printf ("%s",tkdata(buffer));               //Print secondary display reading on computer screen.
```

```
tkecho("=>\015\n");          //'Waiting "=>" and checking if the command is executed successfully.
printf("Press any key to continue");
getch();                                    //Wait for a key.
}
```

```
void init_rs232(void)
{
outportb(RS232+3,0x80);                     //Enable DLAB
outportb(RS232+1,0x00);                     //600bps-115200bps
outportb(RS232,0x0c);                       //9600bps
outportb(RS232+3,0x03);                     //LCR (8N1)
outportb(RS232+4,0x03);                     //MCR
outportb(RS232+1,0x00);                     //IER
}
void send_buffer(char *buffer               //Send a string to RS-232
{
unsigned int i;
        for (i=0;i<=20;i++)
        {
        send(buffer[i]);
        putchar(buffer[i]);
                if (buffer[i]=='\n')
                break;
        }
}

void tkecho(char *buffer)                   //Wait for a specific string
{
unsigned int i=0;
        while (1)
        {
                if(buffer[i]==read())
                {
                putchar(buffer[i]);
                        if (buffer[i]=='\n')
                        break;
                i++;
```

```
                }
        }
}

char* tkdata(char* buffer)          //Get a string from RS232 and return the decimal point position.
{
unsigned int i=0;

        while (1)
        {
        buffer[i]=read();

                if (((i>0)&&(buffer[i]=='\n'))||(i>30))
                break;

                if((buffer[i]>33)&&(buffer[i]<126))
                i++;
        }

buffer[++i]=0;
return buffer;
}

void send(char p)
{
unsigned int retry=0;
```

```
err=1;
        while(++retry<10000)
                if(0x20&inportb(RS232+5))
                {
                outportb(RS232,p);
                err=0;
                break;
```

```
                    }
}

char read(void)
{
unsigned int retry=0;
err=1;
        while(++retry<30000)
                    if(0x01&inportb(RS232+5))
                    {
                    err=0;
                    break;
                    }
return(inportb(RS232));
}
```

7 GPIB Remote Operation (Option)

7.1 Introduction

This section describes how to operate the meter via GPIB interface. It also explains the detail information of all IEEE 488.2 command sets and Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI) used in the meter. The remote control operation enables the user either to manually operate the meter via a terminal or executes a host computer program automatically.

The IEEE-488 interface function subsets of the meter support SH1 (Source Handshake), AH1 (Acceptor Handshake), T5 (Talker), L4 (Listener), SR1 (Service Request), RL1 (Remote/Local) and DC1 (Device Clear).

7.2 Description of the GPIB

The GPIB is a bus structure that links the meter to desktop computers and others GPIB controlled instruments to form an automated measurement system. GPIB can connect up to 15 devices on one contiguous bus, star or linear bus network. Total transmission path length is 2 meters times number of devices, whichever is less, with a maximum of 3 meters separating any two devices. Asynchronous 8 bits parallel data transfer using a 3-wire handshake.

One megabyte per second (maximum) over limited distances; actual data rate depends upon the capability of the slowest device involved in the transmission.

7.3 GPIB Interface Parameters Set up

With the optional GPIB (IEEE-488) interface installed, the meter is fully programmable for used on the IEEE-488.1 interface bus (1978). The meter is also designed to comply with the supplemental standard IEEE-488.2 (1987).

In order to operate the meter via a host computer or terminal, the parameters in GPIB interface within the meter has to match the parameters in the bus interface provided by the host or terminal.

The following procedures will guide the user to set up GPIB interface parameters within the meter to comply GPIB interface with the host. The default settings of the meter at factory are address 8 and talk off.

Table 7-1 indicates the GPIB interface factory settings and user selectable communication parameters.

Item	Parameter	Factory Setting	Selectable Parameter
1	Address	8	0 to 30
2	Talk	OFF	ON or OFF

Tabelle 26: GPIB Interface Parameters

The remote state indication of the meter will be flashing on setting to GPIB Talk ON. The meter auto-asserts the SRQ control line on the GPIB for generating a new reading every 2 seconds, and reminds another GPIB device to read the newest data. Because the function of GPIB Talk only sends reading data to another GPIB device, the meter doesn't accept any IEEE 488.2 and SCPI commands.

7.4 7-4 Commands Summary

Note: All commands must be entered in the upper case.

7.4.1 Overview of Command Type and Formats

There are two types of the meter programming commands: IEEE 488.2 common commands and Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI). The SCPI commands used in the meter are in conformance with the SCPI standard Version 1993.0.

7.4.2 Common Command Format

The IEEE 488.2 standard defines the common commands as commands that perform functions like reset, self-test and status byte query. Common commands always come with the asterisk "*" character, and may include parameters. Some examples of Common commands like: *IDN? , *RST , *CLS , *SRE?.

7.4.3 SCPI Command Format and Query Format

The SCPI commands control instrument functions. A subsystem command has a hierarchical structure that usually consists of a top level (or root) keyword, one or more lower level keywords, and parameters. The following example shows a command and its associated query:

A. **CONF**igure:VOLTage:DC 0.12 ; Set the primary display to the DC voltage measurement function , and select the 120mV range.

B. **CONF**igure:RANGe? ; Return the range of the primary display measurement.

CONFigure is a root level keyword with the second level keyword, **VOLT**age, and **0.12** is the command parameter. The query command ends with a question mark “?”.

Note : *SCPI stems from IEEE488.1 and IEEE 488.2. Although the IEEE 488.2 standard addressed some instrument measurements, it principally dealt with common commands and syntax or data formats. Please refer to the IEEE488.2 and SCPI reference manual for more information.*

7.4.4 Response Message Data Types

Response messages are data from the meter to a computer in response to a query. A query is a command followed by a question mark. Table 7-2 contains explanations of data types.

Data Type	Explanations	Examples
<NR1>	An integer	+100000, -10000, 123, -100
<NR2>	This numeric representation has an explicit radix point	+13.23455, -.00002, 3.45678
<NR3>	This representation has an explicit radix point and an exponent.	+1.2E+2, +0.1E+0, -0.12E-3, 9E+9
<numeric value>	Accepts <NR1>, <NR2> and <NR3> data types.	
<NRf>	Flexible numeric representation (only positive integers).	100, 255, 16
<Boolean>	A single ASCII-encoded byte, is return for the settings query.	0 or 1,OFF or ON
<literal>	ASCII-encoded bytes corresponding to the short form of the literal used as the command parameter.	DC V, AC A

Tabelle 27: Response Message Data Types

7.4.5 Status Reporting

The meter status registers conform to the SCPI and IEEE-488.2 standards.

7.4.6 Status Byte Register (STB)

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	RQS/ MSS	ESB	MAV	0	0	0	0

Bit 0 - 3 are not used.

Bit 4 (MAV) - Summarizes the Output Buffer. Bit set to 1 when response to query placed in output buffer. Bit cleared (set to 0) when output terminator sent to host.

Bit 5 (ESB) - Summarizes the Standard Event Status Register (ESR).

It's set to 1 when one or more enable ESR bits are 1.

Bit 6 (RQS／MSS) - Requesting service and Master summary status. When RQS bit is set to 1, the meter asserts the SRQ control line on the IEEE-488 interface. You can do a serial poll to read the Status Byte Register. When *STB? is used to read the Status Byte Register, the MSS bit indicates the Master summary status.

Bit 7 is not used.

Note : 1. The Status Byte Register can be read with either a serial poll or the *STB? query.

2. The register is cleared at power up.

7.4.7 Service Request Enable Register (SRE)

The Service Request Enable Register that enables or disables (i.e., masks) corresponding summary messages in the Status Byte Register. The SRE is cleared at power up. Refer to "Status Byte Register" for the bit functions.

Use *SRE to write to this register and *SRE? to read this register.

7.4.8 Standard Event Status Register (ESR)

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PON	0	CME	EXE	DDE	QYE	0	OPC

Bit 0 (OPC) - Operation complete. This bit is generated in response to the *OPC command and indicates that the interface is ready to accept another message.

Bit 1 is not used. (Always set to 0)

Bit 2 (QYE) - Query Error. Attempt has been made to read the Output Queue when no output is present or pending. Or, both input and output buffer are full.

Bit 3 (DDE) - Device-Dependent Error. Incorrect input during calibration, or RS-232 input buffer overflow.

Bit 4 (EXE) - Execution Error. Execution Error will occur beside no command error but it is happened as following example, to query compare result, but instrument has not been set in compare mode.

Bit 5 (CME) - Command Error. Command or parameter is wrong or unknown.

Bit 6 is not used. (Always set to 0)

Bit 7 (PON) - Power On. Power has been cycled off and on since the last time the ESR was read.

Note: 1. The Standard Event Status Register can be read by the *ESR? query.

2. The register is cleared at power up or use *ESR? and *CLS commands.

7.4.9 Standard Event Status Enable Register (ESE)

The Standard Event Status Enable Register is a mask register that allows the host to enable or disable (mask) each bit in ESR. When a bit in the ESE is 1, the corresponding bit in the ESR is enable. When any enabled bit in the ESR changes from 0 to 1, the ESB summary bit (bit 5) of the STB register also goes to 1.

Use *ESE to write to this register and *ESE? to read this register.

Figure 7-1 shows all status system register groups and queues in the meter.

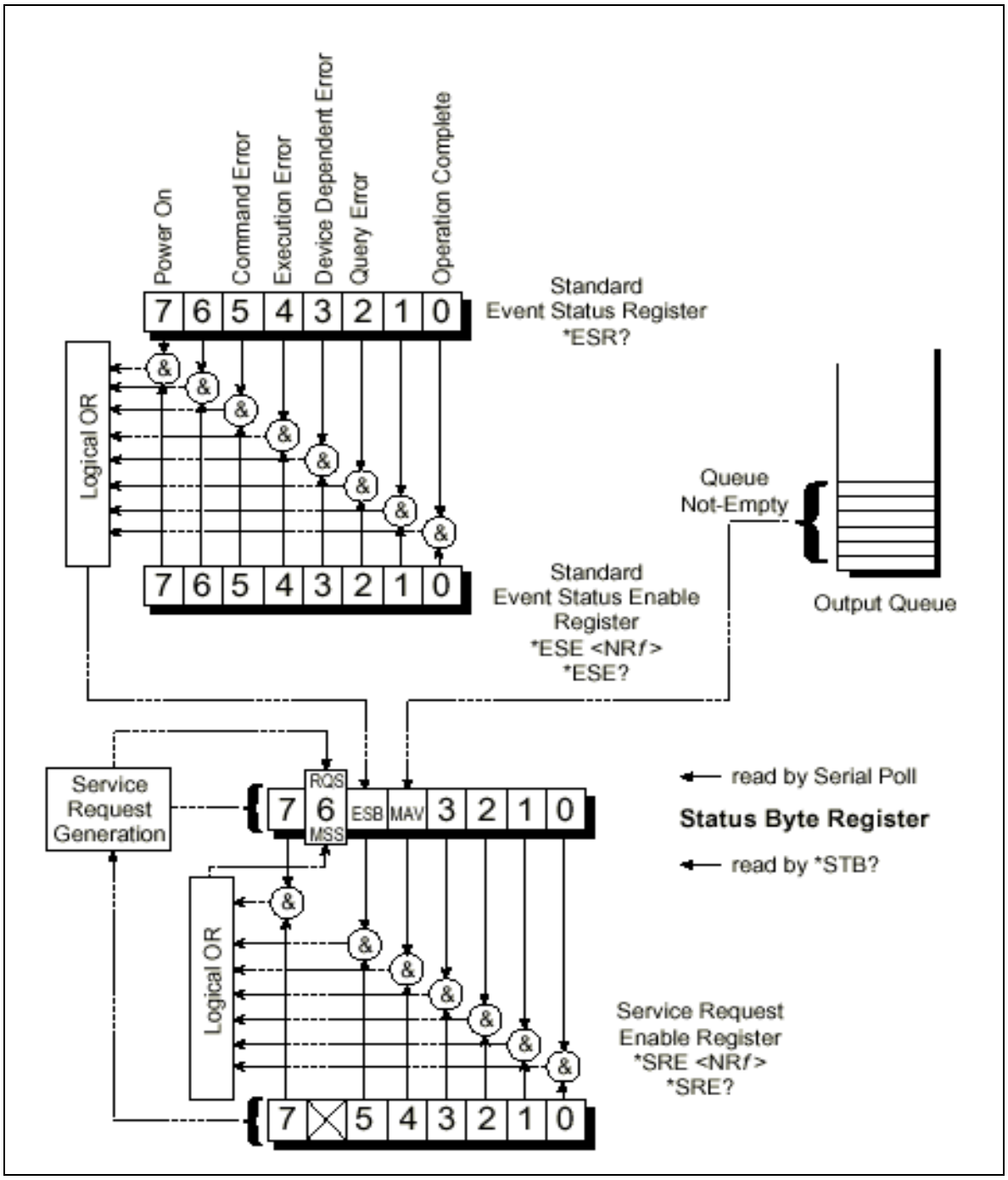


Figure 7-1. IEEE 488.2 Standard Status Structures

Note : *The buffer size of the Output Queue is just one.*

7.5 Instructions of Command Sets

7.5.1 IEEE 488.2 Common Commands

***CLS**

Description : Clear the Standard Event Status Register.

***ESE <NRf>**

Description : Set the Standard Event Status Enable Register.

Parameter : <NRf> (0 to 255).

Example : *ESE 140; Enable bits 2 (QYE), 3 (DDE), and 7 (PON), and disable all the other bits.

***ESE?**

Description : Query the Standard Event Status Enable Register.

Response : (Integer) Decimal equivalent of the register byte. Range is 0 to 255.

***ESR?**

Description : Query the Standard Event Status Enable Register and clears the register.

Response : (Integer) Decimal equivalent of the register byte.

Example : *ESR? ; Return: '32'if bit 5 (CME) is set (1) and the rest of the bits are reset (0).

***IDN?**

Description : Query the Meter identification.

Response : Return the following information : Firmware version and Model of the meter ; Firmware version and Model of the GPIB card.

Example : *IDN? ; Return: 'v1.31,6 ; v1.1,08'represents the Model-A meter installed with firmware version "v1.31" and the Model 08 GPIB card installed with firmware "1.1".

***OPC**

Description : Set the Operation Complete bit in the Standard Event Status Register when all pending device operations are complete.

***OPC?**

Description : This command pauses program execution until all operations are completed.

Response : Return a '1' after all pending operations are complete.

***RST**

Description : Place the meter in its power-on-reset state. This command does not affect:

1. the Service Request Enable or the Standard Event Status Enable.
2. the Output Queue and interface parameter.

Recommend waiting 4 seconds to run the next command.

***SRE <NRf>**

Description : Set the Service Request Enable Register bits.

Parameter : <NRf> (0 to 255). The value of bit 6 and unused bits are ignored when set the register.

Example : *SRE 56 ; Enable bits 3 (QUES), 4 (MAV), and 5 (ESB) in the Service Request Enable register.

***SRE?**

Description : Query the Service Request Enable Query Register.

Response : (Integer) Decimal equivalent of the register byte. Return value is 0 to 112.

***STB?**

Description : Query the Status Byte Register.

Response : (Integer) Decimal equivalent of the register byte.

Example : *STB? ; Return: '96' if bit 4 (MAV) and 6 (MSS) are set (1) and the rest of bits are reset (0).

***WAI**

Description : Command required by IEEE 488.2 standard. Non-operational in the meter.

7.5.2 7-5-2 SCPI Commands

This subsection describes the SCPI subsystem commands for the meter.

Text Symbol	Meaning
[]	Option; can be omitted
\|	Exclusive OR
< >	Defined element
()	Comment
?	Question mark
:	SCPI command start
;	Combinations of set commands

Tabelle 28: Some SCPI Symbol Conventions

- **ABORT** – This commend have not any action on the meter (SCPI approved).

- **INITiate Subsystem :**

INITiate[:IMMediate]

Description : This command is defined in the SCPI standard. It will initialize the meter but don't effect the settings in the setup menu. Recommend waiting 4 seconds to run the next command.

INITiate[:IMMediate]:CONTinuous <Boolean>

Description : Set the meter at free run or data hold mode.

Parameter : <Boolean> (0n, 1; off, 0)

Example : INIT:CONT 0FF or INIT:CONT 0 ; Set the meter at data hold mode.

INITiate[:IMMediate]:CONTinuous?

Description : Query the meter at which operation mode.

Response : 0 (data hold mode) or 1 (free run mode).

- **CONFigure Subsystem :**

CONFigure[:SCALar]:DISPlay:RATE < SLOW | MED | FAST >

Description : Set the measurement rate type.

Parameter : SLOW - Select the slow measurement rate.

MED - Select the medium measurement rate.

FAST - Select the fast measurement rate.

CONFigure[:SCALar]:DISPlay:RATE?

Description : Return the measurement rate type.

CONFigure

[:SCALar]

:VOLTage

:DC [<numeric value>] [[,@1] | ,@2]

:AC [<numeric value>] [[,@1] | ,@2]

:ACDC [<numeric value>] [,@1]

:DC AC [<numeric value>] [,@1]

Description : Set the primary and secondary display to voltage measurement function for the DC V, AC V or AC+DC mode. The <numeric value> parameter is

used to configure the measurement range. [[@1] | ,@2] has the same syntax as SCPI <channel_list> syntax. Use @1 to select the primary display function, and @2 to select the secondary display function.

Parameter : <numeric value> ; For volts range : 0.12, 0.4, 1.2, 4, 12, 40, 120, 400, 750, 1000 V.

[[,@1] | ,@2] ; For the primary display and secondary display setting.

Example : CONF:VOLT:DC ; Set the primary display to DC volts .

CONF:VOLT:AC ,@2 ; Set the secondary display to AC volts .

CONF:VOLT:ACDC 0.12,@1 ; Set the primary display to AC+DC volts 120mV range .

CONFigure

[:SCALar]

:CURRent

:DC [<numeric value>] [[,@1] | ,@2]

:AC [<numeric value>] [[,@1] | ,@2]

:ACDC [<numeric value>] [,@1]

:DC AC [<numeric value>] [,@1]

Description : Set the primary and secondary display to current measurement function for the DC A, AC A or AC+DC mode. The <numeric value> parameter is used to configure the measurement range. [[@1] | ,@2] has the same syntax as SCPI <channel_list> syntax. Use @1 to select the primary display function, and @2 to select the secondary display function.

Parameter : <numeric value> ; For current range : 0.012, 0.04, 0.12, 1.2, 12 A.

[[,@1] | ,@2] ; For the primary and secondary display setting.

Example : CONF:CURR:DC ;Set the primary display to DC current.

CONF:CURR:AC 0.12,@2 ;Set the secondary display to AC current 120mA range.

CONF:CURR:ACDC ,@1 ;Set the primary display to AC+DC current.

CONFigure[:SCALar]:DIOCtest

Description : Set the primary display to diode with continuity test.

CONFigure[:SCALar]:FREQuency [<numeric value>] [[,@1] | ,@2]

Description : Set the primary and secondary display to frequency measurement

function. The <numeric value> parameter is used to configure the measurement range. [[@1] | ,@2] has the same syntax as SCPI <channel_list> syntax. Use @1 to select the primary display function, and @2 to select the secondary display function.

Parameter : <numeric value> ;For frequency range : 1200, 1.2E+4, 1.2E+5, 1E+6 Hz.

[[,@1] | ,@2] ;For the primary and secondary display setting.

Example : CONF:FREQ 1.2E+4 ;Set the primary display to frequency 12KHz range.

CONF:FREQ 1200,@2 ;Set the secondary display to frequency 1200Hz range.

CONFigure[:SCALar]:RESistance

[:2W] [<numeric value>]

:4W [<numeric value>]

Description : Set the primary display to 2-wire or 4-wire resistance measurement function. The <numeric value> parameter is used to configure the measurement range.

Parameter : <numeric value> ; For resistance range : 120, 400, 1200, 4000, 1.2E+4, 4E+4, 1.2E+5, 4E+5, 1.2E+6, 4E+6, 1.2E+7, 4E+7, 1.2E+8, 3E+8

Example : CONF:RES 1.2E+4 ; Set the primary display to resistance 12kΩ range.

CONFigure]

[:SCALar]

:FUNCtion? [[,@1] | ,@2]

Description : Return the measurement function. Use @1 to select the primary display function, and @2 to select the secondary display function.

Response : <literal> format ; Return the type string :

1. DC V (DC voltage function)
2. AC V (AC voltage function)
3. AC+DC V (AC+DC volts coupling mode)
4. DC A (DC current function)
5. AC A (AC current function)
6. AC+DC A (AC+DC volts coupling mode)
7. Hz (Frequency function)
8. RES2W (Resistance 2-wire function)

9. RES4W (Resistance 4-wire function)
10. DIOC (Diode with Continuity test)
11. NONE (No function, only for secondary display)

CONFigure[:SCALar]:OFFDual

Description : Turn off the secondary display.

CONFigure[:SCALar]:OFFRecord

Description : Exit the dynamic recording mode (MAX / MIN).

CONFigure[:SCALar]:RANGe:AUTO <Boolean> [[,@1] | ,@2]

Description : Enable or disable the auto range mode.

Parameter : <Boolean> (0n,1; off,0)

CONFigure[:SCALar]:RANGe:AUTO? [[,@1] | ,@2]

Description : This queries return the auto range status.

Response : 1 (enable) or 0 (disable).

CONFigure[:SCALar]:RANGe:DIRection < UP | DOWN > [[,@1] | ,@2]

Description : Change measurement range, increases it by one step.

Parameter : < UP >, increases it by one step ; < DOWN >, decreases it by one step.

CONFigure]

[:SCALar]

:RANGe? [[,@1] | ,@2]

Description : Return the measurement range. Use @1 to select the primary display, and @2 to select the secondary display.

Response : Return the range value as Table 7-4.

Example : CONF:RANG? ; Query the primary display measurement range.

CONF:RANG? ,@2 ; Query the secondary display measurement range.

Function	Slow Rate	Return Value	Medium / Fast Rate	Return Value
DC Voltage	120mV	0.12	400mV	0.4
	1.2V	1.2	4V	4
	12V	12	40V	40
	120V	120	400V	400
	1000V	1000	1000V	1000
AC / AC+DC Voltage	120mV	0.12	400mV	0.4
	1.2V	1.2	4V	4
	12V	12	40V	40
	120V	120	400V	400
	750V	750	750V	750
DC / AC / AC+DC Current	12mA	0.012	40mA	0.04
	120mA	0.12	120mA	0.12
	1200mA	1.2	1200mA	1.2
	12A	12	12A	12
Resistance	120Ω	120	400Ω	400
	1.2KΩ	1200	4KΩ	4000
	12KΩ	1.2E+4	40KΩ	4E+4
	120KΩ	1.2E+5	400KΩ	4E+5
	1.2MΩ	1.2E+6	4MΩ	4E+6
	12MΩ	1.2E+7	40MΩ	4E+7
	120MΩ	1.2E+8	300MΩ	3E+8

Function	Slow Rate	Return Value	Medium / Fast Rate	Return Value
Frequency	1200Hz	1200	1200Hz	1200
	12KHz	1.2E+4	12KHz	1.2E+4
	120KHz	1.2E+5	120KHz	1.2E+5
	1MHz	1E+6	1MHz	1E+6
None for 2ND display		0		0

Tabelle 29: Return values of measurement range

•CALCulate Subsystem :

CALCulate:MODE?

Description : Query the calculate mode type.

Response : <literal> format ; Return the type string :

DBM - dBm calculate.

REC - record calculate

LIM - comparator calculate

REL - relative calculate

NOR - normal mode

Example :Return " LIM,DBM,REC ", the status is comparator, dBm and record mode on.

CALCulate:DBM[:STAT] <Boolean>

Description : Enable or disable the dBm calculation mode.

Parameter : <Boolean> (0n,1; off,0)

CALCulate:DBM:IMPedance <reference>

Description : Set dBm reference impedance.

Parameter : <reference> ; The allowed value are 2, 4, 8, 16, 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200, 8000 ohm.

Example : CALC:DBM:IMP 1000 ;Set the dBm impedance value to 1000Ω.

CALCulate:RELative[:STAT] <Boolean>

Description : Enable or disable the relative (REL) calculation mode. When meter enters the relative mode, auto-ranging is disabled and using the primary

display reading as the relative base.

Parameter : <Boolean> (0n,1; off,0)

CALCulate:RELative:BASE <numeric value>

Description : Meter enters the relative calculation mode. Auto-ranging is disabled.

Parameter : <numeric value> is a six-digit number ; Relative base: -199999 to +199999.

Example : CALC:REL:BASE 123456 ; Set the relative base to 123456.

Notes: The least setting digit is blank on the display of meter for fast mode. To set least setting digit to “0” for fast mode as necessary.

CALCulate:LIMit[:STAT] <Boolean>

Description : Enable or disable the comparator mode.

Parameter : <Boolean> (0n,1; off,0)

CALCulate

:LIMit

:UPPer [:DATA] <numeric value>

:LOWer [:DATA] <numeric value>

Description : Set the compare limits values (upper and lower limit value).

Parameter : <numeric value> is a six-digit number; For value range : -199999 to +199999.

Example : CALC:UPP 123456 ; Set the upper limit value to 123456

CALC:LOW -123456 ; Set the lower limit value to -123456

Notes: The least setting digit is blank on the display of meter for fast mode. To set least setting digit to “0” for fast mode as necessary.

CALCulate:LIMit:FAIL?

Description : Return the compare result.

Response : 1 (HI) , 0 (PASS). -1 (LO).

CALCulate

:RECord

:MAXimum

:MINimum

:MINMAX

Description : Set the dynamic recording mode. The dynamic recording mode causes

the meter to store the minimum and maximum readings or to show current reading.

Example : CALC:REC:MAX ; Set the meter to maximum recording mode.

CALC:REC:MIN ; Set the meter to minimum recording mode.

CALC:REC:MINMAX ; Set the meter to show current reading.

- **READing Subsystem:**

READ? [[,@1] | ,@2]

Description : Return the display value of output buffer after the next triggered measurement is complete. Use @1 to select the primary display, and @2 to select the secondary display.

Response : Numeric data transferred as ASCII byte in <NR3> format.

Example : READ? ; Return the value shown on the primary display. For example, might output: " +12.3456E+0 "

READ??

Description : Return both display values of output buffer after the next triggered measurement is complete.

Response : Numeric data transferred as ASCII byte in <NR3>,<NR3> format.

Example : READ?? ; For example , might output : " +1.23456E+0,12.34566E+0 "

- **SYSTem Subsystem :** (SCPI approved).

SYSTem:VERSion?

Description : Return the firmware version of the meter.

Response : Return the following information : Firmware version and Model of the meter ; Firmware version and Model of the GPIB card.

Example : *IDN? ; Return: 'v1.31,6 ; v1.1,08'represents the Model-A meter installed with firmware version "v1.31" and the Model 08 GPIB card installed with firmware "1.1".

SYSTem:ERRor?

Description : Return the next message from the system error queue.

Response : <string> format, Table 7-5 is a list of SCPI error message that might occur during operation.

Number	Error String	Number	Error String
0	No error	-108	Parameter not allowed
-100	Command error	-109	Missing parameter
-102	Syntax error	-200	Execution error
-103	Invalid separator	-222	Data out of range
-104	Data type error	-224	Illegal parameter value

Tabelle 30: SCPI Error Message

7-5-3 SCPI Command Summary

Command	Parameter	Std/New	Explanation		
ABOUT		Std	Event, no query		
CONFigure[:SCALar]		Std	Configure meter to perform specified measurement.		
:CURRent		New	Set the current measurement mode.		
:AC	[<numeric value>] [[,@1]	,@2]	New		
:ACDC	[<numeric value>] [,@1]	New			
:DC AC					
:DC	[<numeric value>] [[,@1]	,@2]	New		
:DIOCtest		New	Set the primary display to diode with the continuity test.		
:DISPlay		New	Set and query the measurement rate type.		
:RATE	<SLOW	MED	FAST>	New	
:RATE?		New			
:FREQuency	[<numeric value>] [[,@1]	,@2]	New	Set the meter to frequency measuring.	
:FUNCtion?	[[,@1]	,@2]	New	Query the measurement function.	
:OFFDual		New	Turn off the 2ND display.		
:OFFRecord		New	Turn off the dynamic recording mode.		
:RANGe		Std	Set the measurement range.		
:AUTO	<Boolean>[[,@1]	,@2]	New		
:AUTO?	[[,@1]	,@2]	New		

Command	Parameter	Std/New	Explanation
:DIRection	<UP\|DOWN> [[,@1]\|,@2]	New	
:RANGe?	[[,@1]\|,@2]	New	Query the measurement range.
:RESistance		New	Set the resistance measurement mode.
[:2W]	[<numeric value>]	New	
:4W	[<numeric value>]	New	
:VOLTage		New	Set the voltage measurement mode.
:AC	[<numeric value>] [[,@1]\|,@2]	New	
:ACDC **:DC AC**	[<numeric value>] [,@1]	New	
:DC	[<numeric value>] [[,@1]\|,@2]	New	

Tabelle 31: SCPI Command Summary

Command	Parameter	Std/New	Explanation
7.5.3 CALCulate		Std	Set the calculation function.
:DBM		New	Set dBm reference impedance
:IMPedance	<reference>	New	
[:STAT]	<Boolean>	New	
:LIMit		Std	Set and query the comparator.
:FAIL?		Std	
:LOWer[:DATA]	<number value>	Std	
[:STAT]	<Boolean>	New	
:UPPer[:DATA]	<number value>	Std	
:RECord		New	Set the dynamic recording mode.
:MAXimum		New	
:MINimum		New	
:MINMAX		New	
:RELative		New	Set the relative base.
:BASE	<number value>	New	
[:STAT]	<Boolean>	New	
:MODE?		New	Query the calculation function.
INITiate[IMMediate]		Std	Reset meter without changing setup

Command	Parameter	Std/New	Explanation	
:CONTinuous	<Boolean>	Std	Set the meter at free run or data hold operation mode.	
:CONTinuous?		New	Query the operation mode.	
READ?	[[,@1]	,@2]	Std	Read the display value.
READ??		New	Read the both display values.	
SYSTem		Std	Subsystem	
:ERRor?		Std	Read the error message.	
:VERSion?		Std	Return the firmware version.	

Note: *"**Std**" commands means defined in SCPI standard and "**New**" commands are not defined.*

7.6 Remote Program Examples using GPIB interface

7.6.1 Example Using Quick BASIC

```
GPIBEXAMPLE.BAS

' This sample program is for reference only. It can only be expected to
' function with a Digital Multimeter.

' This program reads 10 measurements from the meter and averages
' the sum.

' The status variables IBSTA%, IBERR%, and IBCNT% are defined in QBDECL.BAS.
' Each bit of IBSTA% and each value of IBERR% are defined in QBDECL.BAS as
' a mnemonic constant for easy recognition in application programs.  In this
' example, these mnemonic definitions are logically ANDed with the variable
' IBSTA% to determine if a particular bit has been set. The mnemonic
' definitions are equated with the variable IBERR% to determine the error
' code.

' The subroutine GPIBERR is called when a NI-488 function fails.  The
' error message is printed along with the status variables IBSTA%, IBERR%,
' and IBCNT%.  The subroutine DVMERR is called when the serial poll response
```

```
' byte indicates the meter does not have valid data to send.  The error
' message and the serial poll response byte are printed.
'
' The NI-488 function IBONL is called from the main body of the program or
' from the two subroutines, GPIBERR and DVMERR.   When the second parameter
' of the function IBONL is zero, the software and hardware are disabled.
' Execution of this program is terminated after the call to the function
' IBONL to disable the software and hardware.
'
' The STOP command or END command will terminate this program.
'============================================================================

' QBDECL.BAS contains constants, declarations, and subroutine prototypes.

   REM $INCLUDE: 'qbdecl.bas'

' GPIBERR is an error subroutine that is called when a NI-488 function fails.
' DVMERR is an error subroutine that is called when the meter does not
' have valid data to send.

   DECLARE SUB gpiberr (msg$)
   DECLARE SUB dvmerr (msg$, spr%)

   CLS
   PRINT "Read 10 measurements from the meter..."
   PRINT

' Assign a unique identifier to the meter and store in the variable
' DVM.  IBDEV opens an available device and assigns it to access GPIB0
' with a primary address of 8, a secondary address of 0, a timeout of
' 30 seconds, the END message enabled, and the EOS mode disabled.
' If DVM is less than zero, call GPIBERR with an error message.

   CALL ibdev(0, 8, 0, T30s, 1, 0, dvm%)
   IF (dvm% < 0) THEN CALL gpiberr("Ibdev Error")
    ' Clear the internal or device functions of the meter.  If the error bit
    ' EERR is set in IBSTA%, call GPIBERR with an error message.
```

```
CALL ibclr(dvm%)
IF (ibsta% AND EERR) THEN CALL gpiberr("Ibclr Error")

' Reset the meter by issuing the reset (*RST) command and delay 4 seconds. Instruct the
' meter to measure the volts direct current (VDC) using auto-ranging (AUTO).
' If the error bit EERR is set in IBSTA%, call GPIBERR with an error message.

wrt$ = "*RST"
CALL ibwrt(dvm%, wrt$)
IF (ibsta% AND EERR) THEN CALL gpiberr("Ibwrt Error")

SLEEP 4

wrt$ = "CONF:VOLT:DC"
CALL ibwrt(dvm%, wrt$)
IF (ibsta% AND EERR) THEN CALL gpiberr("Ibwrt Error")

' Initialize the accumulator of the 10 measurements to zero.

sum = 0!

' Establish FOR loop to read the 10 measurements.  The variable i% will
' serve as a counter for the FOR loop.

FOR i% = 1 TO 10

  ' Request the measurement by sending the instruction
  ' "READ?".  If the error bit EERR is set in IBSTA%, call GPIBERR
  ' with an error message.

 wrt$ = "READ?"
 CALL ibwrt(dvm%, wrt$)
 IF (ibsta% AND EERR) THEN CALL gpiberr("Ibwrt Error")

  ' Read the meter measurement.  If the error bit EERR is set in
  ' IBSTA%, call GPIBERR with an error message.

 rd$ = SPACE$(11)
```

```
CALL ibrd(dvm%, rd$)
IF (ibsta% AND EERR) THEN CALL gpiberr("Ibrd Error")

 ' Remove blank spaces in RD$ and assign resulting buffer to READING$.
 ' Print measurement returned by the meter.

reading$ = LEFT$(rd$, ibcnt%)
PRINT "reading: "; reading$

 ' Convert READING$ to its numeric value and add to the accumulator.

sum = sum + VAL(reading$)

NEXT i%     ' Continue FOR loop until 10 measurements are read.

' Print the average of the 10 readings.

PRINT "The average of the 10 readings is: ", sum / 10

' Call the IBONL function to disable the hardware and software.
```

```
   CALL ibonl(dvm%, 0)

END

'=====================================================================
'                Subroutine DVMERR
'
'

' This subroutine will notify you that the meter returned an invalid
' serial poll response byte.  The error message will be printed along with
' the serial poll response byte.
'
' The NI-488 function IBONL is called to disable the hardware and software.
'
' The STOP command will terminate this program.
'=====================================================================
'
SUB dvmerr (msg$, spr%) STATIC

   PRINT msg$

   PRINT "Status Byte = &H"; HEX$(spr%)

' Call the IBONL function to disable the hardware and software.

   CALL ibonl(dvm%, 0)

   STOP

END SUB

'=====================================================================
'                Subroutine GPIBERR
' This subroutine will notify you that a NI-488 function failed by printing
' an error message.  The status variable IBSTA% will also be printed
' in hexadecimal along with the mnemonic meaning of the bit position.
' The status variable IBERR% will be printed in decimal along with the
```

```
' mnemonic meaning of the decimal value.  The status variable IBCNT% will
' be printed in decimal.
'
' The NI-488 function IBONL is called to disable the hardware and software.
'
' The STOP command will terminate this program.
'================================================================
'
SUB gpiberr (msg$) STATIC

  PRINT msg$

  PRINT "ibsta = &H"; HEX$(ibsta%); " <";
  IF ibsta% AND EERR   THEN PRINT " ERR";
  IF ibsta% AND TIMO   THEN PRINT " TIMO";
  IF ibsta% AND EEND   THEN PRINT " END";
  IF ibsta% AND SRQI   THEN PRINT " SRQI";
  IF ibsta% AND RQS    THEN PRINT " RQS";
  IF ibsta% AND SPOLL  THEN PRINT " SPOLL";
  IF ibsta% AND EEVENT THEN PRINT " EVENT";
  IF ibsta% AND CMPL   THEN PRINT " CMPL";
```

```
    IF ibsta% AND LOK   THEN PRINT " LOK";
    IF ibsta% AND RREM   THEN PRINT " REM";
    IF ibsta% AND CIC    THEN PRINT " CIC";
    IF ibsta% AND AATN   THEN PRINT " ATN";
    IF ibsta% AND TACS   THEN PRINT " TACS";
    IF ibsta% AND LACS   THEN PRINT " LACS";
    IF ibsta% AND DTAS   THEN PRINT " DTAS";
    IF ibsta% AND DC AS   THEN PRINT " DC AS";
    PRINT " >"
    PRINT "iberr = "; iberr%;


    IF iberr% = EDVR THEN PRINT " EDVR <DOS Error>"
    IF iberr% = ECIC THEN PRINT " ECIC <Not CIC>"
    IF iberr% = ENOL THEN PRINT " ENOL <No Listener>"
    IF iberr% = EADR THEN PRINT " EADR <Address error>"
    IF iberr% = EARG THEN PRINT " EARG <Invalid argument>"
    IF iberr% = ESAC THEN PRINT " ESAC <Not Sys Ctrlr>"
    IF iberr% = EABO THEN PRINT " EABO <Op. aborted>"
    IF iberr% = ENEB THEN PRINT " ENEB <No GPIB board>"
    IF iberr% = EOIP THEN PRINT " EOIP <Async I/O in prg>"
    IF iberr% = ECAP THEN PRINT " ECAP <No capability>"
    IF iberr% = EFSO THEN PRINT " EFSO <File sys. error>"
    IF iberr% = EBUS THEN PRINT " EBUS <Command error>"
    IF iberr% = ESTB THEN PRINT " ESTB <Status byte lost>"
    IF iberr% = ESRQ THEN PRINT " ESRQ <SRQ stuck on>"
    IF iberr% = ETAB THEN PRINT " ETAB <Table Overflow>"

    PRINT "ibcnt = "; ibcnt%

' Call the IBONL function to disable the hardware and software.

    CALL ibonl(dvm%, 0)

    STOP

END SUB
```

8 Spezifikationen 3145A

8.1 Einleitung

Dieser Abschnitt enthält die kompletten Spezifikationen des 5 1/2-stelligen Dualanzeigen-Multimeters des Typs .

8.2 Technische Spezifikationen

Bedingungen für die Einhaltung der Spezifikationen:

- Einjähriger Kalibierzyklus
- Betriebstemperatur im Bereich von 18°C bis 28°C (64,4°F bis 82,4°F)
- Die Genauigkeit wird als ± (% des Anzeigewerts + Digits) nach einer Aufwärmphase von 30 Minuten angegeben.
- Temperatur-Koeffizient: ± 0,15 × angegebene Genauigkeit für 0~18°C und 28~50°C.
- Relative Luftfeuchtigkeit (RH):
 ≤ 80% für 0~28°C (≤ 75% für Widerstandsmessungen von ≥ 12 MΩ)
 ≤ 70% für 28~25°C
 ≤ 50% für 35~50°C
- Alle Spezifikationen beziehen auf die Operationen der Primäranzeige.

8.2.1 Anzeigeumfang und Abtastraten

8.2.1.1 Anzeigeumfang Full-Scale

Langsam	Medium	Schnell
119'999	39'999	3'999

Tabelle 32: Anzeigeumfang

8.2.1.2 Abtastrate nur Primäranzeige (ungefähre Anzahl Messungen pro Sekunde)

Messfunktion	Langsam	Medium	Schnell
DC V	2	4.5	20
DC A	2	5	20
Diode	2	5	20
AC V	2	5	20
AC A	2	4.5	20
2-Leiter Ω	2	5	20
4-Leiter Ω 4MΩ/1.2MΩ Bereich und kleiner	0.6	0.8	1

Messfunktion	Langsam	Medium	Schnell
4-Leiter Ω 12MΩ Bereich und kleiner	1.4	1.7	2
Frequenz (5Hz ~ 1MHz)	1.0 ~ 1.4	1.7 ~ 2.4	2.3 ~ 3.7
AC V + DC V	0.8	1	1.6
AC A + DC A	0.8	1	1.6

Tabelle 33: Abtastrate nur Primäranzeige

8.2.1.3 Abtastrate Doppelanzeige (ungefähre Anzahl Messungen/s)

Messfunktionen	Langsam	Mittel	Schnell
DC V / AC V	0.7	1.0	1.8
DC A / AC A	0.7	0.7	1.0
DC V / DC A	0.7	1.0	1.8
DC V / AC A	0.1	0.1	0.5
AC V / AC A	0.1	0.1	0.5
AC V / DC A	0.7	1.0	1.8
AC V / Frequenz (5Hz ~ 1MHz)	0.5 ~ 0.6	0.7	1.0 ~ 0.8
AC A / Frequenz (5Hz ~ 10KHz)	0.5 ~ 0.6	0.7 ~ 0.8	1.0 ~ 1.3
AC V + DC V / DC V	0.4	0.6	0.9
AC A + DC A / DC V	0.1	0.1	0.4
AC A + DC A / AC V	0.1	0.1	0.4
AC A + DC A / DC A	0.4	0.6	0.9
dBm(AC V) / Referenz Ω	2.2	4.5	13.5
dBm(AC V) / AC V	0.7	1.0	1.8
dBm(AC V) / DC V	0.7	1.0	1.8
dBm(AC V) / Frequenz (5Hz ~ 1MHz)	0.5 ~ 0.6	0.7 ~ 0.8	1.0 ~ 1.2

Tabelle 34: Abtastrate Doppelanzeige

Hinweis 1: Die Tabelle oben zeigt übliche Kombinationen und Anwendungen für die Dualanzeige.

Hinweis 2: Bei Verwendung der RS-232- oder der GPIB-Schnittstelle werden annähernd die normalen Abtastraten erreicht.

Hinweis 3: Die Toleranz für die Abtastrate ist ungefähr ± 10%.

Hinweis 4: Es kann zu Abweichungen der Abtastrate bei der Frequenzmessung, abhängig von der Eingabe-Frequenz kommen.

Hinweis 5: Die Abtastraten aus der Tabelle oben können übertroffen werden bei Verwendung der Frequenz-Funktion ohne Eingabe eines Eingangssignals.

8.2.2 Gleichspannung DC V

8.2.2.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Rate[1]	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Genauigkeit (1 Jahr)	Typ. Eingangs-Impedanz[4]
L	120mV 1.2V 12V 120V 1'000V	1µV 10µV 100µV 1mV 10mV	119.999 1.19999 11.9999 119.999 1'000.00[3]	0.012% + 8[2] 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5	10.0MΩ 10.0MΩ 11.1MΩ 10.1MΩ 10.0MΩ
M	400mV 4V 40V 400V 1'000V	10µV 100µV 1mV 10mV 100mV	399.99 3.9999 39.999 399.99 1'000.0[3]	0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5	10.0MΩ 11.1MΩ 10.1MΩ 10.0MΩ 10.0MΩ
S	400mV 4V 40V 400V 1'000V	100µV 1mV 10mV 100mV 1V	399.9 3.999 39.99 399.9 1'000[3]	0.012% + 2 0.012% + 2 0.012% + 2 0.012% + 2 0.012% + 2	10.0MΩ 11.1MΩ 10.1MΩ 10.0MΩ 10.0MΩ

[1] Abtastrate: L (Langsam), M (Medium), S (Schnell).

[2] Verwenden Sie die Relativmessung (REL).

[3] Im V_{DC} 1'000V Bereich, 5% Überspannung (1050 V_{DC}) kann gemessen werden.

[4] Die Eingangsimpedanz liegt parallel zu einer Kapazität von <120pF.

Tabelle 35: V_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Maximale Eingangsspannung: 1'000 V_{DC} oder Spitzenspannung AC in jedem Bereich.
- Reaktionszeit: ca. 1.0 Sekunden wenn der Anzeigewert 99.9% des DC-Werts des zu messenden Signals im gleichen Bereich erreicht.

Hinweis: Ist die Spannungsmessung (AC + DC) ausgewählt, so ist die V_{DC} Eingangsimpedanz parallel geschaltet mit einem AC-gekoppelten 1.1 $M\Omega_{AC}$ Teiler.

8.2.2.2 Rauschunterdrückung

Abtastrate	CMRR [1]	NMRR [2]
L / M / S	>90dB at dc, 50/60Hz ± 0.1% (1kΩ Unbalanced)	>50dB at 50/60Hz ± 0.1%

[1] CMRR bezeichnet die *Common Mode Reject Ratio*

[2] NMRR bezeichnet die *Normal Mode Rejection Ratio*

Tabelle 36: Rauschunterdrückung

8.2.3 Wechselspannung AC V (True RMS, AC-Kopplung)

8.2.3.1 Auflösung und Anzeigeumfang

8.2.4 Bereich		Auflösung			Anzeigeumfang		
L	M & S	L	M	S	L	M	S
120mV 1.2V 12V 120V 750V	400mV 4V 40V 400V 750V	1µV 10µV 100µV 1mV 10mV	10µV 100µV 1mV 10mV 100mV	100µV 1mV 10mV 100mV 1V	119.999 1.19999 11.9999 119.999 750.00 (1)	399.99 3.9999 39.999 399.99 750.0 (1)	399.9 3.999 39.99 399.9 750 (1)
(1) Im V_{AC} 750V-Bereich kann 5% mehr angezeigt werden: bis zu 787.5V_{RMS}							

Tabelle 37: V_{AC} - Auflösung und Anzeigeumfang

8.2.4.1 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr) (1)			
		20~45 Hz	45~10k Hz	10~30 kHz	30~100 kHz
L	120.000mV 1.20000V 12.0000V 120.000V 750.00V	1% + 100 1% + 100 1% + 100 1% + 100 1% + 100 (2)	0.2% + 100 0.2% + 100 0.2% + 100 0.2% + 100 0.2% + 100	1.5% + 300 1% + 100 1% + 100 1% + 100 1% + 100	5% + 300 3% + 200 3% + 200 3% + 200 3% + 200 (3)
M	400.00mV 4.0000V 40.000V 400.00V 750.0V	1% + 40 1% + 40 1% + 40 1% + 40 (2) 1% + 40 (2)	0.2% + 40 0.2% + 40 0.2% + 40 0.2% + 40 0.2% + 40	1.5% + 80 1% + 40 1% + 40 1% + 40 1% + 40	5% + 120 3% + 80 3% + 80 3% + 80 3% + 80 (3)
S	400.0mV 4.000V 40.00V 400.0V 750V	1% + 5 1% + 5 1% + 5 1% + 5 (2) 1% + 5 (2)	0.2% + 5 0.2% + 5 0.2% + 5 0.2% + 5 0.2% + 5	1.5% + 10 1% + 5 1% + 5 1% + 5 1% + 5	5% + 15 3% + 10 3% + 10 3% + 10 3% + 10 (3)
(1) Spezi fierte Genauigkeit bei einem Eingangssignal >5% des Bereichs					
(2) Für einen Eingang <200 V_{RMS}			(3) Für einen Eingang <500 V_{RMS}		

Tabelle 38: V_{AC} - Genauigkeit

- Messmethode: True RMS
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 für den vollen Bereich
- Maximale Eingangsspannung: 750 V_{RMS}, 1'100 $V_{AC\ Spitze}$
 2×10^7 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Normal-Modus
 1×10^6 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Common-Modus
- Eingangs-Impedanz: 1 MΩ mit paralleler Kapazität <120 pF
- Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des AC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

8.2.5 Wechselspannung AC V (True RMS, AC+DC Modus

8.2.5.1 Auflösung und Anzeigeumfang

Bereich[1]		Auflösung			Anzeigeumfang		
L	M & S	L	M	S	L	M	S
120mV 1.2V 12V 120V 750V	400mV 4V 40V 400V 750V	1µV 10µV 100µV 1mV 10mV	10µV 100µV 1mV 10mV 100mV	100µV 1mV 10mV 100mV 1V	119.999 1.19999 11.9999 119.999 750.00 [2]	399.99 3.9999 39.999 399.99 750.0 [2]	399.9 3.999 39.99 399.9 750 [2]
[1] V_{DC} und V_{AC} werden automatisch in den gleichen Bereich gesetzt [2] Im V_{AC} 750V-Bereich kann 5% mehr angezeigt werden: bis zu 787.5V_{RMS}							

Tabelle 39: V_{AC+DC} - Auflösung und Anzeigeumfang

8.2.5.2 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr)[1]		
		45 to 10k Hz	10 to 30 kHz	30 to 100 kHz
L	120.000mV 1.20000V 12.0000V 120.000V 750.00V	0.2% + 100 0.2% + 100 0.2% + 100 0.2% + 100 0.2% + 100	1.5% + 300 1% + 100 1% + 100 1% + 100 1% + 100	5% + 300 3% + 200 3% + 200 3% + 200 3% + 200 [2]
M	400.00mV 4.0000V 40.000V 400.00V 750.0V	0.2% + 45 0.2% + 43 0.2% + 43 0.2% + 43 0.2% + 43	1.5% + 83 1% + 43 1% + 43 1% + 43 1% + 43	5% + 125 3% + 83 3% + 83 3% + 83 3% + 83 [2]
S	400.0mV 4.000V 40.00V 400.0V 750V	0.2% + 7 0.2% + 7 0.2% + 7 0.2% + 7 0.2% + 7	1.5% + 12 1% + 7 1% + 7 1% + 7 1% + 7	5% + 18 3% + 12 3% + 12 3% + 12 3% + 12 [2]
[1] Spezi fierte Genauigkeit bei einem Eingangssignal >5% des Bereichs				[2] Eingang <500 V_{RMS}

Tabelle 40: V_{AC+DC} - Genauigkeit

- Messmethode: True RMS AC+DC
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 für den vollen Bereich
- Maximale Eingangsspannung: 750 V_{RMS}, 1'100 $V_{AC\ Spitze}$
 2×10^7 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Normal-Modus
 1×10^6 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Common-Modus
- Eingangs-Impedanz: 1 MΩ mit paralleler Kapazität <120 pF
- Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des AC+DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

8.2.6 Gleichstrom DC A

8.2.6.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeige-umfang	Genauigkeit (1 Jahr)	Lastspannung[1] & Shunt-Widerstand
S	12mA 120mA 1200mA 12A	0.1µA 1µA 10µA 100µA	11.9999 119.999 1199.99 11.9999	0.05% + 15 [2] 0.05% + 5 0.15% + 5 0.2% + 5	<0.15V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
M	40mA 120mA 1200mA 12A	1µA 10µA 100µA 1mA	39.999 119.99 1199.9 11.999	0.1% + 6 0.1% + 3 0.15% + 3 0.2% + 3	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
F	40mA 120mA 1200mA 12A	10µA 100µA 1mA 10mA	39.99 119.9 1199 11.99	0.1% + 2 0.1% + 2 0.15% + 2 0.2% + 2	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
[1] Typischer Wert für den Anzeigeumfang und bei einer RMS Spannung an den Eingangsbuchsen [2] Unter Verwendung des Relativ-Modus (REL)					

Tabelle 41: A_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Maximaler Eingangswert und Überlastschutz (für DC- und AC-Strom)

 mA Eingänge: 1'200$mA_{DC\ oder\ AC\ rms}$, geschützt mit 2A/250V, IEC127, Blatt 1, flink

 12A Eingang: 10$A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ kontinuierlich oder 12$A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ für 30 Sekunden als Spitzenwert, geschützt mit 15A/500V, flink, mit Trennpotential für 10'000A

- Reaktionszeit: Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

8.2.7 Wechselstrom AC A (True RMS, AC-Kopplung)

8.2.7.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Lastspannung[1] & Shunt-Widerstand
L	12mA 120mA 1200mA 12A	0.1µA 1µA 10µA 100µA	11.9999 119.999 1199.99 11.9999	<0.15V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
M	40mA 120mA 1200mA 12A	1µA 10µA 100µA 1mA	39.999 119.99 1199.9 11.999	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
S	40mA 120mA 1200mA 12A	10µA 100µA 1mA 10mA	39.99 119.9 1199 11.99	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
[1] Typischer Wert für den Anzeigeumfang und bei einer RMS Spannung an den Eingangsbuchsen				

Tabelle 42: A_{AC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

8.2.7.2 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr)[1]		
		20~45Hz	45~2kHz	2~10kHz
S	12mA 120mA 1200mA 12A	1.5% + 100 1.5% + 100 1.5% + 100 2% + 100 (<1.2A)	0.5% + 100 0.5% + 100 0.5% + 100 1% + 100	2% + 200 2% + 200 2% + 200 -
M	40mA 120mA 1200mA 12A	1.5% + 40 1.5% + 12 1.5% + 12 2% + 12 (<1.2A)	0.5% + 40 0.5% + 12 0.5% + 12 1% + 12	2% + 80 2% + 30 2% + 30 -
F	40mA 120mA 1200mA 12A	1.5% + 5 1.5% + 2 1.5% + 2 2% + 2 (<1.2A)	0.5% + 5 0.5% + 2 0.5% + 2 1% + 2	2% + 10 2% + 5 2% + 5 -
[1] Spezifizierte Genauigkeit bei einem Eingangswert von >5% des Bereichs				

Tabelle 43: A_{AC} - Genauigkeit

- Messmethode: True RMS
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 des maximalen Anzeigewertes
- Reaktionszeit: Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

8.2.8 Wechselstrom AC (True RMS, AC+DC-Kopplung)

8.2.8.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Lastspannung[1] & Shunt-Widerstand
L	12mA 120mA 1200mA 12A	0.1µA 1µA 10µA 100µA	11.9999 119.999 1199.99 11.9999	<0.15V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
M	40mA 120mA 1200mA 12A	1µA 10µA 100µA 1mA	39.999 119.99 1199.9 11.999	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
S	40mA 120mA 1200mA 12A	10µA 100µA 1mA 10mA	39.99 119.9 1199 11.99	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.3V / 0.1Ω <0.6V / 0.01Ω
[1] Typischer Wert für den Anzeigeumfang und bei einer RMS Spannung an den Eingangsbuchsen				

Tabelle 44: A_{AC+DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

8.2.8.2 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr)[1]	
		45~2kHz	2~10kHz
L	12mA 120mA 1200mA 12A	0.5% + 100 0.5% + 100 0.5% + 100 1% + 100	2% + 200 2% + 200 2% + 200 -
M	40mA 120mA 1200mA 12A	0.5% + 42 0.5% + 15 0.5% + 15 1% + 15	2% + 80 2% + 30 2% + 30 -
S	40mA 120mA 1200mA 12A	0.5% + 7 0.5% + 4 0.5% + 4 1% + 4	2% + 12 2% + 7 2% + 7 -
[1] Spezifizierte Genauigkeit bei einem Eingangswert von >5% des Bereichs			

Tabelle 45: A_{AC+DC} - Genauigkeit

- Messbereich: V_{DC} und V_{AC} werden automatisch auf den gleichen Bereich gesetzt
- Messmethode: True RMS AC+DC
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 des maximalen Anzeigewertes
- Reaktionszeit: Reaktionszeit: ca. 2.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

8.2.9 Widerstand (2- und 4-Leiter Ω)

8.2.9.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Rate	Bereich[1]	Auflösung	Anzeige-umfang	Prüfstrom	Genauigkeit (1 Jahr)	
					2-Draht	4-Draht
L	120Ω 1.2kΩ 12kΩ 120kΩ 1.2MΩ 12MΩ 120MΩ	1mΩ 10mΩ 100mΩ 1Ω 10Ω 100Ω 1kΩ	119.999 1.19999 11.9999 119.999 1.19999 11.9999 119.999	0.5mA 0.5mA 100µA 10µA 1µA 100nA 10nA	0.1% + 8 [2] 0.08% + 5 [2] 0.06% + 5 [2] 0.06% + 5 0.06% + 5 0.3% + 5 3.0% + 8	0.05% + 8 [2] 0.05% + 5 [2] 0.05% + 5 0.05% + 5 0.05% + 5 0.3% + 5 3.0% + 8
M	400Ω 4kΩ 40kΩ 400kΩ 4MΩ 40MΩ 300MΩ	10mΩ 100mΩ 1Ω 10Ω 100Ω 1KΩ 10kΩ	399.99 3.9999 39.999 399.99 3.9999 39.999 299.99	0.5mA 100µA 50µA 5µA 500nA 50nA 10nA	0.1% + 5 [2] 0.08% + 3 [2] 0.06% + 3 0.06% + 3 0.15% + 3 1.5% + 3 5.0% + 5	0.05% + 5 [2] 0.05% + 3 0.05% + 3 0.05% + 3 0.15% + 3 1.5% + 3 5.0% + 5
S	400Ω 4kΩ 40kΩ 400kΩ 4MΩ 40MΩ 300MΩ	100mΩ 1Ω 10Ω 100Ω 1kΩ 10kΩ 100kΩ	399.9 3.999 39.99 399.9 3.999 39.99 299.9	0.5mA 100µA 50µA 5µA 500nA 50nA 10nA	0.1% + 2 [2] 0.08% + 2 0.06% + 2 0.06% + 2 0.15% + 2 1.5% + 2 5.0% + 2	0.05% + 2 0.05% + 2 0.05% + 2 0.05% + 2 0.15% + 2 1.5% + 2 5.0% + 2

[1] Um eventuelles Rauschen, das in die Messleitungen induziert werden könnte, zu vermeiden, sollten für Messungen >120kΩ abgeschirmte Leitungen verwendet werden

[2] Verwenden Sie den Relativ-Modus (REL).

Tabelle 46: Widerstand - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Spannung des offenen Kreises: $<+5V_{DC}$
- Nullfehler: ≤0.05Ω (ohne Berücksichtigung der Messleitungen) in jedem Bereich, wenn der Relativ-Modus verwendet wird.
- Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden für ≤12MΩ-Bereiche
 ca. 5 Sekunden für den 40MΩ-Bereich
 ca. 10 Sekunden für den 120MΩ-Bereich
 ca. 25 Sekunden für den 300MΩ-Bereich
- Maximaler Eingangsschutz: $500V_{DC\ oder\ AC\ rms}$

8.2.10 Dioden- / Durchgangstest

8.2.10.1 Auflösung und Anzeigeumfang

Rate	Anzeigeumfang	Auflösung
L	1.19999V	10µV
M	2.4999V	100µV
S	2.499V	1mV

Tabelle 47: Dioden/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang

- Spannung offener Kreis: <5.0V_{DC}
- Teststrom: ca. 0.5mA_{DC}
- Akustisches Signal: Kontinuierliches Signal für Durchgang und ein einzelner Ton bei normalen Dioden oder Halbleiterübergängen.
- Durchgang: ca. < 50mV_{DC}
- Minimaler Eingangsschutz: 500$V_{DC\ oder\ AC\ rms}$

8.2.11 Widerstand/Durchgang (2-Leiter)

8.2.11.1 Auflösung und Anzeigeumfang

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Genauigkeit
L	120Ω	1mΩ	119.999	0.1% + 8 (1)
M	400Ω	10mΩ	399.99	0.1% + 5 (1)
S	400Ω	100mΩ	399.9	0.1% + 2 (1)
(1) Verwendung des Relativ-Modus (REL)				

Tabelle 48: Widerstand/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang

- Spannung offener Kreis: <5.0V_{DC}
- Teststrom: ca. 0.5mA_{DC}
- Akustisches Signal: Kontinuierliches Signal für einen Anzeigewert < 10Ω.
- Nullpunktfehler: < 0.05Ω (ohne den Widerstand der Messleitungen) in jedem Bereich, wenn der Relativ-Modus verwendet wird.
- Maximaler Eingangsschutz: 500$V_{DC\ oder\ AC\ rms}$

8.2.12 Frequenz

8.2.12.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Bereich [Hz]	Messbereich [Hz]	Auflösung (Hz)	Anzeige-umfang	Genauigkeit (1 Jahr)[1]	Eingangs-empfindlichkeit (Sinuskurve)
1200	5 to1200	10m	1199.99	0.005 + 3	$40mV_{rms}$
12k	10 to 12k	100m	11.9999	0.005 + 2	
120k	100 to 120k	1	119.999	0.005 + 2	
1M [2]	1k to 1M	10	1.19999	0.005 + 2	$0.5V_{rms}$
[1] Spezifizierte Genauigkeit bei einem Eingangswert >5% des Anzeigeumfangs [2] Für Frequenzen > 1MHz wird der Wert zwar angezeigt, aber keine Genauigkeit spezifiziert.					

Tabelle 49: Frequenz – Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Messmethode: True RMS
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 für den vollen Bereich
- Maximale Eingangsspannung: 750 V_{RMS}, 1'100 $V_{AC\ Spitze}$
 2×10^7 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Normal-Modus
 1×10^6 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Common-Modus
- Eingangs-Impedanz: 1 MΩ mit paralleler Kapazität <120pF
- Reaktionszeit: ca. 1.2 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des Frequenz-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

8.2.13 dBm (Dezibel-Berechnung)

8.2.13.1 Referenz-Impedanz

2Ω [2] 4Ω [2] 8Ω [2] 16Ω [2]	50Ω 75Ω 93Ω 110Ω 124Ω 125Ω	135Ω 150Ω 250Ω 300Ω 500Ω **600Ω [3]**	800Ω 900Ω 1000Ω 1200Ω 8000Ω
[1] Die Referenz-Impedanz wird in der Sekundär-Anzeige dargestellt [2] Die Einheit der Anzeige ist Watt (Audio-Leistung) **[3] Vorgabe-Referenz-Impedanz**			

Tabelle 50: dBm – Referenz-Impedanz

8.2.14 Messbereich und Genauigkeit

Rate	Spannungs-Bereich [1,2]	Eingangs-Spannung	dBm [3] Bereich @ 600Ω Ref	Genauigkeit (dB)		
				20~45Hz	45Hz ~ 10kHz	10kHz ~ 100 kHz
L	120mV 1.2V 12V 120V	6mV ~ 120mV 120mV ~ 1.2V 1.2V ~ 12V 12V ~ 120V	-42.20 ~ -16.20 -16.20 ~ 3.80 3.80 ~ 23.80 23.80 ~ 43.80	1.0 0.8 0.8 0.8	0.2 0.1 0.1 0.1	1.0 0.8 0.8 0.8
	1000V (dc) 750V (ac)	120V ~ 1000V 120V ~ 750V	43.80 ~ 62.22 43.80 ~ 59.72	-	1.0[4]	-
M & S	400mV 4V 40V 400V	20mV ~ 400mV 400mV ~ 4V 4V ~ 40V 40V ~ 400V	-31.76 ~ -5.74 -5.74 ~ 14.26 14.26 ~ 34.26 34.26 ~ 54.26	1.0 0.8 0.8 0.8	0.2 0.1 0.1 0.1	1.0 0.8 0.8 0.8
	1000V (dc) 750V (ac)	400V ~ 1000V 400V ~ 750V	54.26 ~ 62.22 54.26 ~ 59.72	-	1.0[4]	-

[1] Bei der Auswahl der dBm-Messfunktion wird die automatische Bereichswahl aktiviert
[2] Im 750V-Bereich kann eine Überschreitung von 5% angezeigt werden
[3] Die Anzeige stellt dB dar, wenn die Relativ-Funktion (REL) aktiv ist
[4] Für Eingangsfrequenzen von 45Hz bis 1kHz

Tabelle 51: dBm – Messbereich und Genauigkeit

- 0dBm: 1mW @ 600Ω Referenz-Impedanz
- Auflösung: 0.01dB für langsame und mittlere, 0.1dB für schnelle Abtastung in allen Messbereichen
- CMRR: > 90dB für ein DC-Signal
- Reaktionszeit: die gleiche wie für V_{AC}- und A_{AC}-Messungen

8.3 Allgemeine Spezifikationen

Parameter	Spezifikation
Aufwärmzeit	Mindestens 30 Minuten
Temperatur-Koeffizient	+ 0.15 × (Genauigkeit)/°C bei 0~18°C und 28~50°C
Betriebstemperatur	0~50°C (32~122°F)
Lagerungstemperatur	-20°C ~ +60°C
Höhe	≤ 2'000m
Verschmutzungsgrad	II
Überspannungs-Kategorie	CAT II-600V und CAT I-1000V
Relative Feuchte	≤ 80% für 0~28°C (75%$_{RH}$ für Widerstandsbereiche ≥ 12MΩ) • Bis zu 70% für 28°C ~ 35°C • Bis zu 50% für 35°C ~ 50°C
Common Mode Spannung	1'000$V_{DC\ oder\ AC\ Spitze}$ zwischen Eingang und Erdung
Abmessungen	ca. 255 (Breite) × 105 (Höhe) × 305 (Tiefe) mm (inkl. Hülle)

Parameter	Spezifikation
Gewicht	< 3.0kg
Netzspannung	100V / 120V / 220V / 240V_{AC} ±10%, 50/60Hz, 16VA max.
Schnittstellen	• RS-232 (DB-9, male) • Baud-Rate: 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300 • Datenlänge: 7 oder 8 bits • Parität: gerade / ungerade / kein • Stop bit: 1 oder 2 bits • Echo: on / off • Druck-Modus: on / off
Sicherheitsbestimmungen	Gemäß EN61010-1 (IEC1010-1)
Installations-Kategorie	CAT-I 750V_{AC}/1000V_{DC} oder CAT-II 600V Verschmutzungsgrad 2
EMV-Anforderungen	Gemäß EN61326-1.

Tabelle 52: Allgemeine Spezifikationen

9 Spezifikationen 3146A

9.1 Einleitung

Dieser Abschnitt enthält die kompletten Spezifikationen des 5 1/2-stelligen Dualanzeigen-Multimeters des Typs 3146A.

9.2 Technische Spezifikationen

Bedingungen für die Einhaltung der Spezifikationen:

- Einjähriger Kalibierzyklus
- Betriebstemperatur im Bereich von 18°C bis 28°C (64,4°F bis 82,4°F)
- Die Genauigkeit wird als ± (% des Anzeigewerts + Digits) nach einer Aufwärmphase von 30 Minuten angegeben.
- Temperatur-Koeffizient: ± 0,15 × angegebene Genauigkeit für 0~18°C und 28~50°C.
- Relative Luftfeuchtigkeit (RH):
 ≤ 80% für 0~28°C (≤ 75% für Widerstandsmessungen von ≥ 12 MΩ)
 ≤ 70% für 28~25°C
 ≤ 50% für 35~50°C
- Alle Spezifikationen beziehen auf die Operationen der Primäranzeige.

9.2.1 Anzeigeumfang und Abtastraten

9.2.1.1 Anzeigeumfang Full-Scale

Langsam	Medium	Schnell
119'999	39'999	3'999

Tabelle 53: Anzeigeumfang

9.2.1.2 Abtastrate nur Primäranzeige (ungefähre Anzahl Messungen pro Sekunde)

Messfunktion	Langsam	Medium	Schnell
DC V	2	4.5	20
DC A	2	5	20
Diode	2	5	20
AC V	2	5	20
AC A	2	4.5	20
2-Leiter Ω	2	5	20
4-Leiter Ω 4MΩ/1.2MΩ Bereich und kleiner	0.6	0.8	1

Messfunktion	Langsam	Medium	Schnell
4-Leiter Ω 12MΩ Bereich und kleiner	1.4	1.7	2
Frequenz (5Hz ~ 1MHz)	1.0 ~ 1.4	1.7 ~ 2.4	2.3 ~ 3.7
AC V + DC V	0.8	1	1.6
AC A + DC A	0.8	1	1.6

Tabelle 54: Abtastrate nur Primäranzeige

9.2.1.3 Abtastrate Doppelanzeige (ungefähre Anzahl Messungen/s)

Messfunktionen	Langsam	Mittel	Schnell
DC V / AC V	0.7	1.0	1.8
DC A / AC A	0.7	0.7	1.0
DC V / DC A	0.7	1.0	1.8
DC V / AC A	0.1	0.1	0.5
AC V / AC A	0.1	0.1	0.5
AC V / DC A	0.7	1.0	1.8
AC V / Frequenz (5Hz ~ 1MHz)	0.5 ~ 0.6	0.7	1.0 ~ 0.8
AC A / Frequenz (5Hz ~ 10KHz)	0.5 ~ 0.6	0.7 ~ 0.8	1.0 ~ 1.3
AC V + DC V / DC V	0.4	0.6	0.9
AC A + DC A / DC V	0.1	0.1	0.4
AC A + DC A / AC V	0.1	0.1	0.4
AC A + DC A / DC A	0.4	0.6	0.9
dBm(AC V) / Referenz Ω	2.2	4.5	13.5
dBm(AC V) / AC V	0.7	1.0	1.8
dBm(AC V) / DC V	0.7	1.0	1.8
dBm(AC V) / Frequenz (5Hz ~ 1MHz)	0.5 ~ 0.6	0.7 ~ 0.8	1.0 ~ 1.2

Tabelle 55: Abtastrate Doppelanzeige

Hinweis 1: Die Tabelle oben zeigt übliche Kombinationen und Anwendungen für die Dualanzeige.

Hinweis 2: Bei Verwendung der RS-232- oder der GPIB-Schnittstelle werden annähernd die normalen Abtastraten erreicht.

Hinweis 3: Die Toleranz für die Abtastrate ist ungefähr ± 10%.

Hinweis 4: Es kann zu Abweichungen der Abtastrate bei der Frequenzmessung, abhängig von der Eingabe-Frequenz kommen.

Hinweis 5: Die Abtastraten aus der Tabelle oben können übertroffen werden bei Verwendung der Frequenz-Funktion ohne Eingabe eines Eingangssignals.

9.2.2 Gleichspannung DC V

9.2.2.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Rate[1]	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Genauigkeit (1 Jahr)	Typ. Eingangs-Impedanz[4]
L	120mV 1.2V 12V 120V 1'000V	1µV 10µV 100µV 1mV 10mV	119.999 1.19999 11.9999 119.999 1'000.00[3]	0.012% + 8[2] 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5	10.0MΩ 10.0MΩ 11.1MΩ 10.1MΩ 10.0MΩ
M	400mV 4V 40V 400V 1'000V	10µV 100µV 1mV 10mV 100mV	399.99 3.9999 39.999 399.99 1'000.0[3]	0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5 0.012% + 5	10.0MΩ 11.1MΩ 10.1MΩ 10.0MΩ 10.0MΩ
S	400mV 4V 40V 400V 1'000V	100µV 1mV 10mV 100mV 1V	399.9 3.999 39.99 399.9 1'000[3]	0.012% + 2 0.012% + 2 0.012% + 2 0.012% + 2 0.012% + 2	10.0MΩ 11.1MΩ 10.1MΩ 10.0MΩ 10.0MΩ

[1] Abtastrate: L (Langsam), M (Medium), S (Schnell).

[2] Verwenden Sie die Relativmessung (REL).

[3] Im V_{DC} 1'000V Bereich, 5% Überspannung (1'050 V_{DC}) kann gemessen werden.

[4] Die Eingangsimpedanz liegt parallel zu einer Kapazität von <120pF.

Tabelle 56: V_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Maximale Eingangsspannung: 1'000 V_{DC} oder Spitzenspannung AC in jedem Bereich.
- Reaktionszeit: ca. 1.0 Sekunden wenn der Anzeigewert 99.9% des DC-Werts des zu messenden Signals im gleichen Bereich erreicht.

Hinweis: Ist die Spannungsmessung (AC + DC) ausgewählt, so ist die V_{DC} Eingangsimpedanz parallel geschaltet mit einem AC-gekoppelten 1.1 $M\Omega_{AC}$ Teiler.

9.2.2.2 Rauschunterdrückung

Abtastrate	CMRR [1]	NMRR [2]
L / M / S	>90dB at dc, 50/60Hz ± 0.1% (1kΩ Unbalanced)	>50dB at 50/60Hz ± 0.1%

[1] CMRR bezeichnet die *Common Mode Reject Ratio*

[2] NMRR bezeichnet die *Normal Mode Rejection Ratio*

Tabelle 57: Rauschunterdrückung

9.2.3 Wechselspannung AC V (True RMS, AC-Kopplung)

9.2.3.1 Auflösung und Anzeigeumfang

9.2.4 Bereich		Auflösung			Anzeigeumfang		
L	M & S	L	M	S	L	M	S
120mV 1.2V 12V 120V 750V	400mV 4V 40V 400V 750V	1µV 10µV 100µV 1mV 10mV	10µV 100µV 1mV 10mV 100mV	100µV 1mV 10mV 100mV 1V	119.999 1.19999 11.9999 119.999 750.00 (1)	399.99 3.9999 39.999 399.99 750.0 (1)	399.9 3.999 39.99 399.9 750 (1)
(1) Im V_{AC} 750V-Bereich kann 5% mehr angezeigt werden: bis zu 787.5V_{RMS}							

Tabelle 58: V_{AC} - Auflösung und Anzeigeumfang

9.2.4.1 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr) (1)		
		40~50 Hz	50 Hz~5 kHz	5~30 kHz
L	120.000mV 1.20000V 12.0000V 120.000V 750.00V	2% + 200 2% + 200 2% + 200 2% + 200 2% + 200	1.5% + 200 1.5% + 200 1.5% + 200 1.5% + 200 1.5% + 200	3% + 300 3% + 300 3% + 300 3% + 300 3% + 300 (2)
M	400.00mV 4.0000V 40.000V 400.00V 750.0V	2% + 80 2% + 80 2% + 80 2% + 80 2% + 80	1.5% + 80 1.5% + 80 1.5% + 80 1.5% + 80 1.5% + 80	3% + 100 3% + 100 3% + 100 3% + 100 (2) 3% + 100 (2)
S	400.0mV 4.000V 40.00V 400.0V 750V	2% + 10 2% + 10 2% + 10 2% + 10 2% + 10	1.5% + 10 1.5% + 10 1.5% + 10 1.5% + 10 1.5% + 10	3% + 12 3% + 12 3% + 12 3% + 12 (2) 3% + 12 (2)
(1) Spezi fierte Genauigkeit bei einem Eingangssignal >5% des Bereichs				
(2) Für eine Eingangsfrequenz <20 kHz				

Tabelle 59: V_{AC} - Genauigkeit

- Messmethode: True RMS
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 für den vollen Bereich
- Maximale Eingangsspannung: 750 V_{RMS}, 1'100 $V_{AC\ Spitze}$
 2×10^7 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Normal-Modus
 1×10^6 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Common-Modus
- Eingangs-Impedanz: 1 MΩ mit paralleler Kapazität <120 pF
- Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des AC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

9.2.5 Wechselspannung AC V (True RMS, AC+DC Modus

9.2.5.1 Auflösung und Anzeigeumfang

Bereich[1]		Auflösung			Anzeigeumfang		
L	M & S	L	M	S	L	M	S
120mV 1.2V 12V 120V 750V	400mV 4V 40V 400V 750V	1µV 10µV 100µV 1mV 10mV	10µV 100µV 1mV 10mV 100mV	100µV 1mV 10mV 100mV 1V	119.999 1.19999 11.9999 119.999 750.00 [2]	399.99 3.9999 39.999 399.99 750.0 [2]	399.9 3.999 39.99 399.9 750 [2]
[1] V_{DC} und V_{AC} werden automatisch in den gleichen Bereich gesetzt [2] Im V_{AC} 750V-Bereich kann 5% mehr angezeigt werden: bis zu 787.5V_{RMS}							

Tabelle 60: V_{AC+DC} - Auflösung und Anzeigeumfang

9.2.5.2 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr)[1]	
		50Hz ~ 5k Hz	5 ~ 30 kHz
L	120.000mV 1.20000V 12.0000V 120.000V 750.00V	1.5% + 200 1.5% + 200 1.5% + 200 1.5% + 200 1.5% + 200	3% + 300 3% + 300 3% + 300 3% + 300 3% + 300 [2]
M	400.00mV 4.0000V 40.000V 400.00V 750.0V	1.5% + 82 1.5% + 82 1.5% + 82 1.5% + 82 1.5% + 82	3% + 100 3% + 100 3% + 100 3% + 100 [2] 3% + 100 [2]
S	400.0mV 4.000V 40.00V 400.0V 750V	1.5% + 12 1.5% + 12 1.5% + 12 1.5% + 12 1.5% + 12	3% + 15 3% + 15 3% + 15 3% + 15 [2] 3% + 15 [2]
[1] Spezi fierte Genauigkeit bei einem Eingangssignal >5% des Bereichs		[2] Eingangsfrequenz <20 kHz	

Tabelle 61: V_{AC+DC} - Genauigkeit

- Messmethode: True RMS AC+DC
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 für den vollen Bereich
- Maximale Eingangsspannung: 750 V_{RMS}, 1'100 $V_{AC\ Spitze}$
 2×10^7 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Normal-Modus
 1×10^6 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Common-Modus
- Eingangs-Impedanz: 1 MΩ mit paralleler Kapazität <120 pF
- Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des AC+DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

9.2.6 Gleichstrom DC A

9.2.6.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeige-umfang	Genauigkeit (1 Jahr)	Lastspannung[1] & Shunt-Widerstand
S	12mA 120mA 12A	0.1µA 1µA 100µA	11.9999 119.999 11.9999	0.1% + 20 [2] 0.1% + 8 0.5% + 8	<0.15V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
M	40mA 120mA 12A	1µA 10µA 1mA	39.999 119.99 11.999	0.2% + 8 0.2% + 3 0.5% + 3	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
F	40mA 120mA 12A	10µA 100µA 10mA	39.99 119.9 11.99	0.2% + 2 0.2% + 2 0.5% + 2	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
[1] Typischer Wert für den Anzeigeumfang und bei einer RMS Spannung an den Eingangsbuchsen [2] Unter Verwendung des Relativ-Modus (REL)					

Tabelle 62: A_{DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Maximaler Eingangswert und Überlastschutz (für DC- und AC-Strom)

 mA Eingänge: 1'200$mA_{DC\ oder\ AC\ rms}$, geschützt mit 2A/250V, IEC127, Blatt 1, flink

 12A Eingang: 10$A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ kontinuierlich oder 12$A_{DC\ oder\ AC\ rms}$ für 30 Sekunden als Spitzenwert, geschützt mit 15A/500V, flink, mit Trennpotential für 10'000A

- Reaktionszeit: Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

9.2.7 Wechselstrom AC A (True RMS, AC-Kopplung)

9.2.7.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Lastspannung[(1)] & Shunt-Widerstand
L	12mA 120mA 12A	0.1µA 1µA 100µA	11.9999 119.999 11.9999	<0.15V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
M	40mA 120mA 12A	1µA 10µA 1mA	39.999 119.99 11.999	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
S	40mA 120mA 12A	10µA 100µA 10mA	39.99 119.9 11.99	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
[(1)] Typischer Wert für den Anzeigeumfang und bei einer RMS Spannung an den Eingangsbuchsen				

Tabelle 63: A_{AC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

9.2.7.2 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr)[(1)]		
		40~50Hz	50Hz~2kHz	2~5kHz
S	12mA 120mA 12A	2.5% + 200 2.5% + 200 3% + 300	1.5% + 200 1.5% + 200 3% + 200	3% + 200 3% + 200 -
M	40mA 120mA 12A	2.5% + 80 2.5% + 30 3% + 30	1.5% + 80 1.5% + 30 3% + 30	3% + 80 3% + 30 -
F	40mA 120mA 12A	2.5% + 10 2.5% + 5 3% + 5	1.5% + 10 1.5% + 5 3% + 5	3% + 10 3% + 5 -
[(1)] Spezifizierte Genauigkeit bei einem Eingangswert von >5% des Bereichs				

Tabelle 64: A_{AC} - Genauigkeit

- Messmethode: True RMS
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 des maximalen Anzeigewertes
- Reaktionszeit: Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

9.2.8 Wechselstrom AC (True MS, AC+DC-Kopplung)

9.2.8.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Lastspannung[1] & Shunt-Widerstand
L	12mA 120mA 12A	0.1µA 1µA 100µA	11.9999 119.999 11.9999	<0.15V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
M	40mA 120mA 12A	1µA 10µA 1mA	39.999 119.99 11.999	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
S	40mA 120mA 12A	10µA 100µA 10mA	39.99 119.9 11.99	<0.5V / 10Ω <1.5V / 10Ω <0.6V / 0.01Ω
[1] Typischer Wert für den Anzeigeumfang und bei einer RMS Spannung an den Eingangsbuchsen				

Tabelle 65: A_{AC+DC} - Auflösung, Anzeigeumfang und Lastspannung

9.2.8.2 Genauigkeit

Rate	Bereich	Genauigkeit (1 Jahr)[1]	
		50Hz~2kHz	2~5kHz
L	12mA 120mA 12A	1.5% + 200 1.5% + 200 3% + 200	3% + 200 3% + 200 -
M	40mA 120mA 12A	1.5% + 82 1.5% + 32 3% + 32	3% + 82 3% + 32 -
S	40mA 120mA 12A	1.5% + 12 1.5% + 7 3% + 7	3% + 12 3% + 7 -
[1] Spezifizierte Genauigkeit bei einem Eingangswert von >5% des Bereichs			

Tabelle 66: A_{AC+DC} - Genauigkeit

- Messbereich: V_{DC} und V_{AC} werden automatisch auf den gleichen Bereich gesetzt
- Messmethode: True RMS AC+DC
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 des maximalen Anzeigewertes
- Reaktionszeit: Reaktionszeit: ca. 2.5 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des DC RMS-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

9.2.9 Widerstand (2- und 4-Leiter Ω)

9.2.9.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Rate	Bereich[1]	Auflösung	Anzeige-umfang	Prüfstrom	Genauigkeit (1 Jahr)	
					2-Leiter	4-Leiter
L	120Ω	1mΩ	119.999	0.5mA	0.15% + 8 [2]	0.1% + 8 [2]
	1.2kΩ	10mΩ	1.19999	0.5mA	0.12% + 5 [2]	0.1% + 5 [2]
	12kΩ	100mΩ	11.9999	100µA	0.12% + 5 [2]	0.1% + 5
	120kΩ	1Ω	119.999	10µA	0.12% + 5	0.1% + 5
	1.2MΩ	10Ω	1.19999	1µA	0.12% + 5	0.1% + 5
	12MΩ	100Ω	11.9999	100nA	0.5% + 5	0.5% + 5
	120MΩ	1kΩ	119.999	10nA	3.5% + 8	3.5% + 8
M	400Ω	10mΩ	399.99	0.5mA	0.15% + 5 [2]	0.1% + 5 [2]
	4kΩ	100mΩ	3.9999	100µA	0.12% + 3 [2]	0.1% + 3
	40kΩ	1Ω	39.999	50µA	0.12% + 3	0.1% + 3
	400kΩ	10Ω	399.99	5µA	0.12% + 3	0.1% + 3
	4MΩ	100Ω	3.9999	500nA	0.2% + 3	0.2% + 3
	40MΩ	1KΩ	39.999	50nA	1.5% + 3	1.5% + 3
	300MΩ	10kΩ	299.99	10nA	5.0% + 5	5.0% + 5
S	400Ω	100mΩ	399.9	0.5mA	0.15% + 2 [2]	0.1% + 2
	4kΩ	1Ω	3.999	100µA	0.12% + 2	0.1% + 2
	40kΩ	10Ω	39.99	50µA	0.12% + 2	0.1% + 2
	400kΩ	100Ω	399.9	5µA	0.12% + 2	0.1% + 2
	4MΩ	1kΩ	3.999	500nA	0.2% + 2	0.2% + 2
	40MΩ	10kΩ	39.99	50nA	1.5% + 2	1.5% + 2
	300MΩ	100kΩ	299.9	10nA	5.0% + 2	5.0% + 2

[1] Um eventuelles Rauschen, das in die Messleitungen induziert werden könnte, zu vermeiden, sollten für Messungen >120kΩ abgeschirmte Leitungen verwendet werden

[2] Verwenden Sie den Relativ-Modus (REL).

Tabelle 67: Widerstand - Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Spannung des offenen Kreises: $<+5V_{DC}$
- Nullfehler: ≤0.05Ω (ohne Berücksichtigung der Messleitungen) in jedem Bereich, wenn der Relativ-Modus verwendet wird.
- Reaktionszeit: ca. 1.5 Sekunden für ≤12MΩ-Bereiche
 ca. 5 Sekunden für den 40MΩ-Bereich
 ca. 10 Sekunden für den 120MΩ-Bereich
 ca. 25 Sekunden für den 300MΩ-Bereich
- Maximaler Eingangsschutz: $500V_{DC\ oder\ AC\ rms}$

9.2.10 Dioden- / Durchgangstest

9.2.10.1 Auflösung und Anzeigeumfang

Rate	Anzeigeumfang	Auflösung
L	1.19999V	10µV
M	2.4999V	100µV
S	2.499V	1mV

Tabelle 68: Dioden/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang

- Spannung offener Kreis: <5.0V_{DC}
- Teststrom: ca. 0.5mA_{DC}
- Akustisches Signal: Kontinuierliches Signal für Durchgang und ein einzelner Ton bei normalen Dioden oder Halbleiterübergängen.
- Durchgang: ca. < 50mV_{DC}
- Minimaler Eingangsschutz: 500$V_{DC\ oder\ AC\ rms}$

9.2.11 Widerstand/Durchgang (2-Leiter)

9.2.11.1 Auflösung und Anzeigeumfang

Rate	Bereich	Auflösung	Anzeigeumfang	Genauigkeit
L	120Ω	1mΩ	119.999	0.15% + 8 (1)
M	400Ω	10mΩ	399.99	0.15% + 5 (1)
S	400Ω	100mΩ	399.9	0.15% + 2 (1)
(1) Verwendung des Relativ-Modus (REL)				

Tabelle 69: Widerstand/Durchgang - Auflösung und Anzeigeumfang

- Spannung offener Kreis: <5.0V_{DC}
- Teststrom: ca. 0.5mA_{DC}
- Akustisches Signal: Kontinuierliches Signal für einen Anzeigewert < 10Ω.
- Nullpunktfehler: < 0.05Ω (ohne den Widerstand der Messleitungen) in jedem Bereich, wenn der Relativ-Modus verwendet wird.
- Maximaler Eingangsschutz: 500$V_{DC\ oder\ AC\ rms}$

9.2.12 Frequenz

9.2.12.1 Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

Bereich [Hz]	Messbereich [Hz]	Auflösung (Hz)	Anzeige-umfang	Genauigkeit (1 Jahr)(1)	Eingangs-empfindlichkeit (Sinuskurve)
1200	5 to1200	10m	1199.99	0.01 + 5	$50mV_{rms}$
12k	10 to 12k	100m	11.9999	0.01 + 3	
120k	100 to 120k	1	119.999	0.01 + 3	
(1) Spezifizierte Genauigkeit bei einem Eingangswert >5% des Anzeigeumfangs (2) Für Frequenzen > 1MHz wird der Wert zwar angezeigt, aber keine Genauigkeit spezifiziert.					

Tabelle 70: Frequenz – Auflösung, Anzeigeumfang und Genauigkeit

- Messmethode: True RMS
- Maximaler Crest-Faktor: 3.0 für den vollen Bereich
- Maximale Eingangsspannung: 750 V_{RMS}, 1'100 $V_{AC\ Spitze}$
 2×10^7 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Normal-Modus
 1×10^6 V-Hz Produkt für alle Bereiche, Common-Modus
- Eingangs-Impedanz: 1 MΩ mit paralleler Kapazität <120pF
- Reaktionszeit: ca. 1.2 Sekunden wenn die Anzeige den Wert 99.9% des Frequenz-Wertes des gemessenen Signals im gleichen Bereich erreicht.

9.2.13 dBm (Dezibel-Berechnung)

9.2.13.1 Referenz-Impedanz

2Ω (2)	50Ω	135Ω	800Ω
4Ω (2)	75Ω	150Ω	900Ω
8Ω (2)	93Ω	250Ω	1000Ω
16Ω (2)	110Ω	300Ω	1200Ω
	124Ω	500Ω	8000Ω
	125Ω	**600Ω (3)**	
(1) Die Referenz-Impedanz wird in der Sekundär-Anzeige dargestellt (2) Die Einheit der Anzeige ist Watt (Audio-Leistung) **(3) Vorgabe-Referenz-Impedanz**			

Tabelle 71: dBm – Referenz-Impedanz

9.2.14 Messbereich und Genauigkeit

Rate	Spannungs-Bereich [1,2]	Eingangs-Spannung	dBm [3] Bereich @ 600Ω Ref	Genauigkeit (dB)		
				40~50Hz	50Hz ~ 5kHz	5kHz ~ 30 kHz
L	120mV 1.2V 12V 120V	6mV ~ 120mV 120mV ~ 1.2V 1.2V ~ 12V 12V ~ 120V	-42.20 ~ -16.20 -16.20 ~ 3.80 3.80 ~ 23.80 23.80 ~ 43.80	1.0 0.8 0.8 0.8	1.0 0.6 0.6 0.6	1.0 0.8 0.8 0.8
	1000V (dc) 750V (ac)	120V ~ 1000V 120V ~ 750V	43.80 ~ 62.22 43.80 ~ 59.72	-	1.0 [4]	-
M & S	400mV 4V 40V 400V	20mV ~ 400mV 400mV ~ 4V 4V ~ 40V 40V ~ 400V	-31.76 ~ -5.74 -5.74 ~ 14.26 14.26 ~ 34.26 34.26 ~ 54.26	1.0 0.8 0.8 0.8	1.0 0.6 0.6 0.6	1.0 0.8 0.8 0.8
	1000V (dc) 750V (ac)	400V ~ 1000V 400V ~ 750V	54.26 ~ 62.22 54.26 ~ 59.72	-	1.0[4]	-

[1] Bei der Auswahl der dBm-Messfunktion wird die automatische Bereichswahl aktiviert
[2] Im 750V-Bereich kann eine Überschreitung von 5% angezeigt werden
[3] Die Anzeige stellt dB dar, wenn die Relativ-Funktion (REL) aktiv ist
[4] Für Eingangsfrequenzen von 45Hz bis 1kHz

Tabelle 72: dBm – Messbereich und Genauigkeit

- 0dBm: 1mW @ 600Ω Referenz-Impedanz
- Auflösung: 0.01dB für langsame und mittlere, 0.1dB für schnelle Abtastung in allen Messbereichen
- CMRR: > 90dB für ein DC-Signal
- Reaktionszeit: die gleiche wie für V_{AC}- und A_{AC}-Messungen

9.3 Allgemeine Spezifikationen

Parameter	Spezifikation
Aufwärmzeit	Mindestens 30 Minuten
Temperatur-Koeffizient	+ 0.15 × (Genauigkeit)/°C bei 0~18°C und 28~50°C
Betriebstemperatur	0~50°C (32~122°F)
Lagerungstemperatur	-20°C ~ +60°C
Höhe	≤ 2'000m
Verschmutzungsgrad	II
Überspannungs-Kategorie	CAT II-600V und CAT I-1000V
Relative Feuchte	≤ 80% für 0~28°C (75%$_{RH}$ für Widerstandsbereiche ≥ 12MΩ) • Bis zu 70% für 28°C ~ 35°C • Bis zu 50% für 35°C ~ 50°C
Common Mode Spannung	1'000$V_{DC\ oder\ AC\ Spitze}$ zwischen Eingang und Erdung
Abmessungen	ca. 255 (Breite) × 105 (Höhe) × 305 (Tiefe) mm (inkl. Hülle)

Parameter	Spezifikation
Gewicht	< 3.0kg
Netzspannung	100V / 120V / 220V / 240V_{AC} ±10%, 50/60Hz, 16VA max.
Schnittstellen	• RS-232 (DB-9, male) • Baud-Rate: 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300 • Datenlänge: 7 oder 8 bits • Parität: gerade / ungerade / kein • Stop bit: 1 oder 2 bits • Echo: on / off • Druck-Modus: on / off
Sicherheitsbestimmungen	Gemäß EN61010-1 (IEC1010-1)
Installations-Kategorie	CAT-I 750V_{AC}/1000V_{DC} oder CAT-II 600V Verschmutzungsgrad 2
EMV-Anforderungen	Gemäß EN61326-1.

Tabelle 73: Allgemeine Spezifikationen

10 Wartung

10.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die grundlegenden Wartungsprozeduren für die Messgeräte beschrieben.

⚠ WARNUNG

- Zur Vermeidung eines elektrischen Schlages darf niemals Wasser in das Gehäuse des Multimeters eindringen.

10.2 Reinigung des Geräts

Bevor Sie mit der Reinigung des Geräts beginnen, vergewissern Sie sich, dass der Netzschalter ausgeschaltet und das Netzkabel nicht mehr mit der Steckdose verbunden ist.

Um das Gerät zu säubern verwenden Sie ein weiches fusselfreies Tuch, das mit einem neutralen Reinigungsmittel befeuchtet sein kann. Achten Sie darauf, dass das Gerät nicht zu feucht wird, da die Feuchtigkeit eindringen und zu Schäden führen könnte. Lassen Sie das Gerät nach der Reinigung ausreichend trocknen, bis keine Feuchtigkeit mehr zurückbleibt.

10.3 Einstellen der Versorgungsspannung

⚠ VORSICHT

- Bevor Sie die Einstellung der Versorgungsspannung ändern, muss das Gerät ausgeschaltet und das Netzkabel entfernt werden.
- Das Gerät kann auf 100VAC, 120VAC, 220VAC oder 240VAC bei 50/60Hz eingestellt und betrieben werden.

Entfernen Sie die Sicherung im Netzanschluss mit Hilfe eines Schraubenziehers. Danach kann die Spannungseinstellung vorgenommen werden.

Stecken Sie eine neue Sicherung gemäß der zu wählenden Netzspannung ein und schalten Sie die Netzspannung entsprechend um.

Bei einer zur Verfügung stehenden Netzspannung von $230V_{AC}$ muss die Einstellung auf $240V_{AC}$ am Gerät erfolgen.

10.4 Zubehör und Ersatzteile

Typ	Artikelnummer	Beschreibung
	30-25634-1 ~ 6	Netzkabel
TL-36	30A-25124-1/2	Messleitungen (Rot und Schwarz)
AC-01	15-25020-1	Kappe für TL-36 (2 Stk.)
		Handbuch
(3145A)	62-25026-3U	Sicherung 2A/250V, Flink, 6 × 31mm
(3145A)	62-25031-1	Sicherung 250mA/250V, Flink, 6 × 31mm

Tabelle 74: Standard Zubehör

Typ		Artikelnummer	Beschreibung
CP-08	RS-01	30A-25190-1	RS232 Kable
	314XA-PC	26A-02014-2X	PC Link Software.
GP-08			GPIB Interface Kit
TL-35		30A-25125-1/2U	Messleitungen (Rot und Schwarz)
AC-02		30A-25128-1	Verlänegrung für TL-35
KC-01		30A-25129-1 30A-25129-2	Satz rote Messleitung mit Kelvin-Klemmen. Satz schwarze Messleitung mit Kelvin-Klemmen.
AC-03		30A-25130-1 30A-25130-2	Krokodil-Klemme, Rot Krokodil-Klemme, Schwarz
RK-01		1A-25027-1	Schaltschrank Montagewinkel und –blende
TH-02		30-25605-1U	Messspitze zum Durchdringen von Isolationen.
		62-25036-1U	Sicherung 15A/500V, Flink, 10.3 × 38.1mm

Tabelle 75: Optionales Zubehör

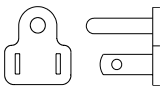
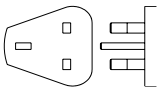
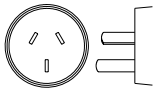
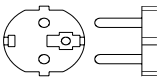
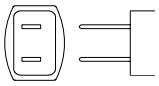
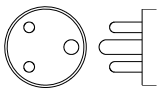
Land	Skizze	Artikelnummer	Beschreibung
Taiwan, USA, Japan, Canada		30-25634-1	AC Netzkabel 120V/60Hz
		62-25592-3U	Sicherung 250mA/250V 5×20mm, S/B
U.K, Singapur		30-25634-2	AC Netzkabel 240/230V 50Hz
		62-25648-1U	Sicherung 125mA/250V 5×20mm, S/B
Australien, Neuseeland		30-25634-3	Netzkabel Cord 220/240V 60Hz
		62-25648-1U	Sicherung 125mA/250V 5×20mm, S/B
China, Frankreich, Deutschland		30-25634-4	Netzkabel Cord 220V 50Hz
		62-25648-1U	Sicherung 125mA/250V 5×20mm, S/B
Taiwan, Japan		30-25634-5	Netzkabel 100V 50Hz/120V 60Hz
		62-25592-3U	Sicherung 250mA/250V 5×20mm, S/B
Hong Kong, Afrika		30-25634-6	Netzkabel Cord 220V 50Hz
		62-25648-1U	Sicherung 125mA/250V 5×20mm, S/B

Tabelle 76: Länderspezifische Netzkabel

WARNUNG

- Entfernen Sie niemals das Gehäuse des ESCORT 3145A / 3146A.
- Untersuchungen und Arbeiten am geöffneten Gerät dürfen nur durch entsprechend geschultes Fachpersonal durchgeführt werden.



Cosinus Computermesstechnik GmbH
Lise-Meitner-Str. 6
D-85521 Ottobrunn

Tel.: 0049/89-66 55 94 - 0
Fax.: 0049/89-66 55 94 – 30
e-mail: info@cosinus.de
web: http://www.cosinus.de